

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

Grado en Ing. Sist. de Telecom., Sonido e Imagen



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Evaluación in situ del nivel de
exposición sonora de los trabajadores de
la empresa "SMATTEX S.A".”**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autor/a:

Verdú González, Vicente

Tutor/a:

Martinez Mora, Juan Antonio

GANDIA, 2013

RESUMEN

El objetivo fundamental de este trabajo final de grado, es el de determinar **la exposición al ruido en el trabajo** de los empleados de SMATTEX S.A, siguiendo las directrices de la norma UNE– EN ISO 9612.

En primer lugar se realiza un muestreo del nivel de ruido alrededor de todos los puestos de trabajos con la finalidad de conocer las áreas de trabajo en las que se produce un mayor nivel de ruido. Dicho muestreo, ha sido fundamental en el desarrollo del trabajo final de grado, ya que ha gracias a este, se ha minimizado el número de puestos de trabajo a evaluar.

Una vez identificados los puestos de trabajo en los que se produce una mayor nivel de exposición al ruido, se procede a determinar la exposición al ruido en el trabajo. Para ello se realizan medidas en las áreas de trabajo bajo a estudio siguiendo la estrategia de medición basada en la función según la norma UNE– EN-ISO 9612. Finalmente, a partir de los valores obtenidos de las mediciones, pasamos a determinar la exposición al ruido en el trabajo.

ABSTRACT

The purpose of that degree final project is to calculate **the noise exposition level into workplace** of the SMATTEX S.A employers, following the rules of the UNE- EN ISO 9612.

The degree final project begins with a noise sampling around all workplaces, with the purpose to know the workplaces where is produced a higher noise level. The noise sampling is basic in the development of the degree final project, because its purpose is to reduce the number of workplaces to be evaluated.

When the workplaces which produce a high noise level are detected, the work continues with the calculation of the noise exposition level. To calculate the noise exposition level into workplaces, measurements are performed following measurement strategy based on the function according to standard UNE-EN ISO 9612. To finish the degree final project, the obtained values on the measurement are used to calculate the noise exposition level at the workplaces where is produced a higher noise level.

ÍNDICE

Capítulo 1: Objetivos y antecedentes del proyecto	1
1.1 Introducción.	1
1.2 Antecedentes.	1
1.1 Objetivos del proyecto.	2
Capítulo 2: Legislación en materia de contaminación acústica	3
2.1 Introducción.	3
2.2 Legislación estatal en materia de contaminación acústica.	3
2.3 Legislación autonómica en materia de contaminación acústica.	4
2.1 Real decreto 286/ 2006.	5
2.4.1 Objeto y campo de aplicación.	5
2.4.2 Limites de exposición	5
2.4.3 Soluciones destinadas a reducir la exposición	5
2.4.4 Obligaciones del empresario	6
Capítulo 3: Determinación “in situ” de la exposición al ruido en el trabajo según la norma UNE-EN ISO 9612:2009	9
3.1 Objeto y campo de aplicación	9
3.2 Equipos de medida	9
3.2.1 Dosímetros	9
3.2.2 Sonómetros	10
3.2.3 Sonómetros promediadores integradores	10
3.3 Estrategias de medición	10
3.3.1 Introducción	10
3.3.2 Medición basada en la tarea	11
3.3.3 Medición basada en la función	14
3.3.4 Medición basada jornada completa	15
3.4 Incertidumbre en las medidas	16
3.4.1 Incertidumbre expandida	16
3.4.2 Incertidumbre de medición basada en la tarea	17
3.4.3 Incertidumbre de medición basada en la función	19
3.4.4 Incertidumbre de medición basada en la jornada	21

Capítulo 4: Muestreo del nivel de ruido en la nave de SMATTEX:	23
4.1 Objetivo	23
4.1 Equipo de medida empleado en las mediciones	24
4.3 Muestreo del nivel de ruido en la nave de SMATTEX	25
4.3.1 Zona de máquinas de costura	25
4.3.2 Zona de corte de tela	27
4.3.3 Zona de acolchar	29
4.3.4 Zona de laminado de colchones	31
4.3.6 Zona de laminado de colchones	32
4.3.6 Zona de corte de colchones	34
4.3.7 Zona de acabado de colchones	36
4.3.8 Zona de empaquetado y enfundado de colchones	37
Capítulo 5: Determinación de la exposición al ruido de los empleados de SMATTEX S.A	39
5.1 Metodología de trabajo	39
5.1.1 Análisis del trabajo	39
5.1.2 Selección de la estrategia de medición	39
5.1.3 Mediciones	39
5.1.4 Evaluación del nivel de exposición al ruido en el trabajo	40
5.2 Determinación de la exposición al ruido de los empleados de SMATTEX S.A	40
5.2.1 Exposición al ruido en la zona de máquinas de costura	40
5.2.2 Exposición al ruido en la zona de laminado de colchones	44
Capítulo 6: Conclusiones	49
Bibliografía	51
Anexo A: Espectros lecturas muestreo	55
Anexo B: Espectros lecturas exposición	73
Anexo C: Espectro promedio nivel presión sonora continuo equivalente ponderado A y nivel de exposición al ruido, para los trabajadores de un grupo de exposición homogéneo	83
Anexo D: Guía para la selección de la estrategia de medición	91
Anexo E: Control para detectar los eventos de ruido durante el análisis del trabajo	95
Anexo F: Símbolos	97

INDICE DEL FORMULARIO

Ecuación 3.1	Promedio duración de 1 tarea	11
Ecuación 3.2	Duración efectiva de la jornada laboral	11
Ecuación 3.3	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea M	13
Ecuación 3.4	Contribución de una tarea al nivel de exposición de ruido diario ponderado A	13
Ecuación 3.5	Nivel de exposición al ruido diario, para una medición basada en la tarea, a partir del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de cada tarea y de su duración	13
Ecuación 3.6	Nivel de exposición al ruido diario, para una medición basada en la tarea, a partir de la duración de cada una de las tareas	14
Ecuación 3.7	Nivel de presión sonora equivalente ponderado A, para una medición basada en la función	14
Ecuación 3.8	Nivel de exposición al ruido para los trabajadores de un grupo de exposición homogéneo.	15
Ecuación 3.9	Incertidumbre típica combinada	17
Ecuación 3.10	Incertidumbre expandida	17
Ecuación 3.11	Nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea M	17
Ecuación 3.12	Incertidumbre típica combinada, para una medición basada en la tarea para el nivel de exposición al ruido ponderado A	17
Ecuación 3.13	Coefficiente de sensibilidad asociado al muestreo del nivel de ruido, para una medición basada en la tarea	18
Ecuación 3.14	Coefficiente de sensibilidad asociado a la estimación de la duración de la tarea, para una medición basada en la tarea	18
Ecuación 3.15	Incertidumbre típica asociada al nivel de ruido debido al muestreo para la tarea m, para una medición basada en la tarea	19
Ecuación 3.16	Media aritmética de l niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea m, para una medición basada en la tarea	19
Ecuación 3.17	Incertidumbre típica debida a la duración de la tarea m, para una medición basada en la tarea	19
Ecuación 3.18	Expresión general para la determinación de nivel de exposición al ruido ponderado A, utilizando la medición basada en la función	19
Ecuación 3.19	Estimación del nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente	19

ponderado A asociado a la muestra n de la función

Ecuación 3.20	Incertidumbre típica combinada para el nivel de exposición al ruido de ponderado A, para un grupo de exposición al ruido homogéneo	20
Ecuación 3.21	Incertidumbre típica asociada al muestreo de los niveles de ruido para un grupo de exposición al ruido homogéneo	21
Ecuación 3.22	Media aritmética de N muestras, del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A	21
Ecuación 4.1	Nivel de ruido equivalente ponderado A	25
Ecuación 4.2	Nivel de pico equivalente ponderado C	25

CAPÍTULO 1: OBJETIVOS Y ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN.

Antes de abordar en profundidad este proyecto, es necesario introducir el concepto de ruido. En torno a este concepto se han dado varias definiciones como por ejemplo sonido desagradable ó sonido no deseado, pero quizá la que más aceptación tiene en estos momentos es la de sonido perjudicial, perturbador o dañino para quien lo percibe.

El actual crecimiento demográfico ha provocado el aumento de las fuentes de ruido, con lo que el ruido se ha convertido en un compañero de nuestras vidas, convirtiéndose al mismo tiempo en una seria amenaza a: nuestra salud, nuestro trabajo, y sobre todo a nuestro hogar. Es por ello que se hace inevitable intentar controlar las fuentes de ruido con el fin de proveer al ser humano de un ambiente acústico favorable, de tal forma que todos los ruidos que se generan a nuestro alrededor sean compatibles con la actividad que se lleva a cabo, consiguiendo así un ambiente acústico lo más favorable posible.

Aquellos espacios que no tienen un control de ruido pueden provocar en el ser humano experiencias desagradables como distracción e irritación, e incluso en puestos de trabajo pueden ser causa de absentismo laboral, lo que conlleva una disminución del rendimiento laboral con la consecuente pérdida de productividad e incluso en el peor de los casos accidentes laborales. Por si esto fuera poco, la continua exposición a un foco ruidoso puede llegar provocar graves problemas de salud en el ser humano.

Según la "Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el trabajo" en Europa uno de cada cinco trabajadores debe de levantar la voz para ser escuchado al menos durante la mitad del tiempo en el que se encuentra en el lugar del trabajo, y un 7 % padece problemas auditivos relacionados con el trabajo. Según los datos disponibles, la pérdida de audición provocada por el ruido es la enfermedad profesional más común en la Unión Europea.

La exposición al ruido tiene consecuencias auditivas negativas, para el trabajador. Pero los efectos no son instantáneos, sino que van apareciendo con el paso del tiempo, por lo que hay que realizar un control periódico del estado de la salud auditiva del trabajador expuesto a ruido, así como de las condiciones el ambiente del trabajo. El control de las condiciones del trabajo, lleva asociado una importante inversión económica, puesto que en algunos casos habrá que cambiar elementos constructivos de la zona de trabajo.

La exposición del ser humano a niveles elevados de ruido provoca pérdidas de audición. Así cuando una persona ha permanecido algún tiempo en un ambiente ruidoso, sufre una pérdida de sensibilidad auditiva que puede ser temporal (desaparecer al cabo de un cierto tiempo al regresar a un lugar con un ambiente acústico más favorable), o por el contrario permanentemente, y por tanto no recuperable.

1.2 ANTECEDENTES.

La contaminación acústica que soportamos los ciudadanos, es uno de los principales obstáculos para poder disfrutar tanto de una vivienda digna y adecuada como del derecho a un ambiente adecuado. Es por ello que las Administraciones Públicas deben establecer los mecanismos necesarios para facilitar que los ciudadanos nos movamos en un ambiente acústico lo más favorable posible, ya sea en nuestro entorno laboral, familiar o de ocio.

El Real Decreto 286/ 2006 del 10 de Marzo, recoge toda la información sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores, contra riesgos relacionados con la exposición al ruido. Además, refleja la actuación preventiva encaminada a eliminar el ruido en su origen, a su reducción al nivel más bajo posible y a la necesidad de establecer un programa de medidas técnicas y organizativas destinadas a reducir la exposición al ruido cuando se sobrepasen los valores que dan lugar a una acción. Por otro lado, la empresa está obligada a establecer una reducción de los riesgos de la exposición al ruido teniendo en consideración:

- La modificación a otros métodos de trabajo que reduzcan la exposición.
- La elección correcta de los equipos de trabajo que generen el menor nivel de ruido posible.
- El diseño de los puestos de trabajo.
- La información y formación sobre el riesgo a los trabajadores y sus representantes sobre: las medidas de prevención aplicadas; los resultados de las mediciones de ruido (sonometrías); el uso, manipulación y conveniencia de la protección auditiva; los resultados de la vigilancia de la salud (manteniendo la correspondiente confidencialidad de datos); y sobre las prácticas de trabajo más recomendadas.
- La reducción técnica del ruido empleando: sistemas de mamparas, pantallas y similares o mediante amortiguadores que eviten la transmisión sonora.
- El correcto mantenimiento de los equipos de trabajo.
- Reducción de la exposición, actuando sobre la organización del trabajo, limitando el tiempo (horario) o la intensidad de la exposición, y la ordenación adecuada del tiempo de trabajo. En definitiva, las reducciones de jornada aportan reducciones de la exposición.

1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El objetivo fundamental de este proyecto es el de evaluar el nivel de exposición al ruido al que están sometidos los trabajadores de la empresa **SMATTEX S.A.**

El proyecto, además de la evaluación del nivel de exposición sonora de los trabajadores de **SMATTEX S.A.**, presenta herramientas de cálculo genéricas para el cálculo del nivel de exposición sonora, que permiten calcular la exposición al ruido durante la jornada laboral de forma intuitiva y sencilla aún sin tener nociones de cálculo de exposición a ruido industrial.

El desarrollo del proyecto permite conocer las distintas metodologías de medición *in situ* del nivel de exposición al ruido industrial, así como también, la forma de proceder y los pasos a seguir para una correcta evaluación del nivel de exposición sonora de los trabajadores de una industria. Por tanto durante el desarrollo del proyecto se realizan las siguientes tareas relacionadas con ensayos *in situ*:

- Medición *in situ*, para la elaboración de un muestreo de ruido, con el fin de conocer el nivel de presión sonora en cada zona de trabajo de la empresa.
- Medición *in situ*, para la evaluación del nivel de exposición sonora.

La evaluación *in situ* conlleva el uso de distintos equipos de medida como son: sonómetros o dosímetros, aunque para la realización de este trabajo final de grado, tan solo se va a recurrir al uso de un sonómetro, para la evaluación del nivel de exposición sonora de los empleados de la empresa **SMATTEX S.A.**

Mi labor durante la realización del proyecto consiste en la medición *in situ* del nivel de exposición sonora de los trabajadores de **SMATTEX S.A.**, proporcionar herramientas para el cálculo del nivel de exposición sonora durante la jornada laboral, y realización de un muestreo del nivel de ruido de la empresa **SMATTEX S.A.**, por tanto lo que la redacción de este proyecto me va a permitir:

- Conocer las disposiciones normativas en materia de ruido.
- Identificar los principales focos sonoros de la industria.
- Configurar el sonómetro para una correcta mediada "in situ".
- Aprender a realizar un muestreo de ruido de la industria.
- Realizar mediciones de ruido en los puestos de trabajo.
- Realizar ensayos según la norma **UNE-EN ISO 9612:2009**.
- Calcular el nivel de ruido en los distintos puestos de trabajo durante la jornada laboral.

CAPÍTULO 2: LEGISLACIÓN EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

2.1 INTRODUCCIÓN.

El ruido es un problema histórico. En las antiguas civilizaciones existían leyes que prohibían el tránsito por las calles adoquinadas durante el periodo de pernoctación de los romanos. Asimismo, las industrias con un alto nivel sonoro se tenían que ubicar en las afueras de la ciudad.

En la actualidad la normativa que intenta controlar la contaminación acústica es muy amplia y diversa. Esta legislación se apoya en el uso de normas técnicas, desarrolladas por organismos internacionales que evalúan la calidad, como por ejemplo AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), ISO (International Organization for Standardization), UNE (Norma para el caso de España), etc. y que además se encargan de establecer unos criterios homogéneos, fiables y repetibles.

La legislación existente la podemos dividir según el ámbito de aplicación. En este capítulo, nos centraremos únicamente en la más importante y relevante para la actuación contra el ruido.

Las normas sobre acústica pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- **Normas de obligado cumplimiento:** Son aquellas emitidas por Ministerios o Ayuntamientos, y que afectan directamente a personas, sociedades, actividades o entidades implicadas en su actividad. Son normas que determinan la forma de realizar las medidas y señalan valores límites en las diversas actividades contempladas. En este grupo, estarían las ordenanzas municipales contra el ruido.
- **Normas de procedimiento:** Son las redactadas principalmente por organismos nacionales o supranacionales dedicadas a la racionalización y la normalización. Describen procesos para realizar medidas, así como las características de los equipos que las realizan. Un ejemplo de estas normas, son las normas ISO o las UNE.
- **Legislación programática:** Son dictadas por el estado y representan la legislación específica en determinadas materias, o muestra la política a seguir en temas concretos como el Medio Ambiente, o la Seguridad en el trabajo, etc.

2.2 LEGISLACIÓN ESTATAL EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

En la Constitución Española, en sus artículos 15, 18 y 45 se habla de la intimidad personal y familiar, así como de que *“los poderes públicos velarán por la utilización racional de todos los recursos naturales, con el fin de proteger y mejorar la calidad de la vida y defender y restaurar el medio ambiente, apoyándose en la indispensable solidaridad colectiva”*, en España podemos hablar básicamente de la siguiente legislación de protección contra el ruido:

- **Ley 37/ 2003, de 17 de noviembre, del ruido**, cuyo objetivo es prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para así minimizar los daños que el ruido puede provocar en la salud de las personas. Están sujetos al cumplimiento de esta ley, todos los emisores acústicos (cualquier actividad, maquinaria, o comportamiento, que genere contaminación acústica), ya sean de titularidad pública o privada, así como también las edificaciones en su calidad de receptores acústicos.
- **Real Decreto 1513/ 2005 del 16 de diciembre**, por el que se **desarrolla la Ley 37/ 2003, de 17 de noviembre, del Ruido**, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental. Este Real Decreto se aplicará al ruido ambiental al que están, expuestos los seres humanos, en particular, en zonas urbanizadas, parques públicos, centros escolares, alrededores de hospitales.
- **Real Decreto 1367/ 2007 del 19 de octubre**, por el que se **desarrolla La Ley 37/ 2003 del 17 de noviembre**, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- **Real Decreto 286/ 2006 del 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición**

al ruido. Este Real Decreto, será de obligado cumplimiento, en las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo. Este Real Decreto se abordará con mayor profundidad, durante la redacción de este trabajo final de grado.

2.3 LEGISLACIÓN AUTONÓMICA EN MATERIA DE CONTAMINACIÓN ACÚSTICA.

A nivel autonómico, existe una gran variedad de normativa sobre contaminación acústica y control de ruido. En esta parte del proyecto, vamos a conocer la de mayor relevancia:

- **Ley 7/ 2002, del 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la contaminación acústica.** La presente ley, tiene por objeto prevenir y corregir la contaminación acústica en el ámbito de la Comunidad Valenciana para así proteger la salud de sus ciudadanos y mejorar la calidad de su medio ambiente. **La ley 7/ 2002**, es de aplicación en todo el territorio de la Comunitat Valenciana a actividades, comportamientos, instalaciones, medios de transporte y máquinas, que en su funcionamiento, uso o ejercicio, produzcan ruidos o vibraciones que puedan causar molestias a las personas, generar riesgos para su salud o bienestar, o deteriorar la calidad del medio ambiente. Además quedan sometidas a las preinscripciones de esta ley, todos los elementos constructivos y ornamentales en tanto contribuyan a la transmisión de ruidos y vibraciones producidas en su entorno.
- **Decreto 19/ 2004 del 13 de febrero, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen normas para el control del ruido producido por los vehículos a motor.** El objetivo principal de este decreto, es desarrollar la **Ley 7/ 2003** estableciendo los niveles máximos de emisión sonora admisible para vehículos a motor, así como los procesos de evaluación de los mismos, en el territorio de la Comunitat Valenciana. Este decreto es de obligado cumplimiento para vehículos impulsados a motor como son: ciclomotores, motocicletas, cuadríciclos, turismos, vehículos mixtos, autobuses, camiones, etc.
- **Decreto 266/ 2004 de 3 de diciembre, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se establecen normas de prevención y corrección de las edificaciones, obras y servicios,** cuyo objetivo es desarrollar los preceptos contenidos en la **Ley 7/ 2002** estableciendo los mecanismos de control de ruido originado por las actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios, así como las limitaciones y procedimientos de evaluación. Este decreto es de obligado cumplimiento en la Comunitat Valenciana en cualquier actividad, instalación, edificación, obra o servicio susceptible de generar niveles sonoros y/o vibraciones que puedan ser molestas para las personas o que puedan poner en riesgo la salud o el bienestar de estas. Así mismo, quedan exentos del cumplimiento del *Decreto 266/ 2044 del 3 de diciembre*: las actividades militares (regidas por su legislación específica), la actividad laboral de la contaminación acústica producida por ésta en el correspondiente lugar de trabajo (que se regirá por lo dispuesto en la legislación laboral) y los vehículos a motor (que se regirán por lo establecido en el *Decreto 19/ 2004 de 13 de febrero*).
- **Decreto 104/ 2006 de 14 julio, del Consell de la Generalitat Valenciana, de planificación y gestión de contaminación acústica,** cuyo objetivo es regular los distintos instrumentos de planificación y gestión acústica, así como también establecer los distintos procedimientos de evaluación de los emisores acústicos. Dicho decreto, es de obligado cumplimiento en el territorio de la Comunitat Valenciana.
- **Decreto 43/ 2008 del 11 de abril, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se establecen las normas para el control de ruido de vehículos a motor,** que tiene como objetivo modificar el **Decreto 19/ 2004 por el que se establecen normas para el control del ruido producido por los vehículos a motor** y el **Decreto 104/2006 de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.**
- **Resolución del 9 de mayo de 2005, del director de Calidad Ambiental, relativa a la disposición transitorio primera del Decreto 266/ 2044, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se establecen normas de prevención y corrección de la**

contaminación acústica, en relación a actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.

Por último hay que hablar de las ordenanzas municipales, destacando la de Valencia, que fue pionera en la elaboración de la legislación contra la contaminación acústica.

2.4 REAL DECRETO 286/ 2006.

2.4.1 Objeto y campo de aplicación.

El presente Real Decreto tiene por objeto establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores, contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición. Por tanto, este Real Decreto se aplicará a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo.

2.4.2 Límites de exposición.

El **Real Decreto 286/ 2006** establece los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

- A. Valores límite de exposición:** $L_{A,eq,d} = 87$ dB(A) y $L_{pico} = 140$ dB(C).
- B. Valores superiores de exposición, que dan lugar a una acción:** $L_{A,eq,d} = 85$ dB(A) y $L_{pico} = 137$ dB(C).
- C. Valores inferiores de exposición, que dan lugar a una acción:** $L_{A,eq,d} = 80$ dB(A) y $L_{pico} = 135$ dB(C).

Para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, son excepción la aplicación de los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, en circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos. En estos casos, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido, para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que:

- El nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A).
- Se adopten las medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

En la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

2.4.3 Soluciones adoptadas para reducir la exposición.

Según el Real Decreto 286/ 2006 es necesario reducir los riesgos laborales relacionados con el ruido, actuando directamente sobre el factor que origina el ruido. En el caso de que esto no sea posible, se deben de tomar las medidas necesarias para reducir el nivel de exposición al ruido, al nivel más bajo posible. Para poder reducir el nivel de exposición al ruido derivado del puesto de trabajo, algunas de las consideraciones que se pueden tener en cuenta son:

- Escoger una nueva metodología de trabajo, que permita reducir el nivel de exposición al ruido.
- Seleccionar el equipo de trabajo más adecuado y que genera el menor nivel de ruido, teniendo en cuenta el tipo de trabajo desempeñado por los empleados. Si es

necesario, el equipo de trabajo incluirá la posibilidad de proporcionar a los empleados los equipos necesarios para reducir la exposición al ruido.

- La información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido.
- La reducción del ruido transmitido tanto por vía aérea (mediante el uso de: pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente) como el ruido transmitido por vía estructural (mediante el amortiguamiento o aislamiento de cualquier tipo de maquinaria susceptible de generar ruido o vibraciones).
- Programas destinados a un buen mantenimiento y un uso adecuado de los equipos de trabajo.
- Alternativamente, si ninguna de las técnicas anteriormente mencionadas fuera suficiente para reducir el nivel de exposición al ruido, se podría recurrir a limitar la duración o intensidad de la exposición ó también una adecuada ordenación del trabajo entre los empleados, para así repartir de forma equitativa la exposición al ruido entre los empleados.

Los lugares de trabajo en los que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, será necesario una correcta señalización. Asimismo, cuando desde el punto de vista técnico y el riesgo técnico lo justifique, se delimitará y se limitará el acceso a dichos lugares.

Si los trabajadores disponen de locales de descanso, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso.

2.4.4 Obligaciones del empresario.

En el siguiente esquema, podemos observar de forma intuitiva las obligaciones del empresario en materia de protección contra el ruido:

A. Determinación y evaluación de los riesgos: Es responsabilidad del empresario realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores. Se deberán determinar los valores de nivel de exposición diario equivalente, nivel de pico y nivel de exposición semanal equivalente, a través de los aparatos de medición adecuados, con el fin de determinar si se superan los límites establecidos en el Real Decreto 286/ 2006. En la evaluación de la exposición, el empresario deberá prestar especial atención en los siguientes aspectos:

- El nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida la exposición de impulsos.
- La existencia de equipos de sustitución concebidos para reducirla emisión de ruido.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- En la medida que se viable, desde el punto de vista técnico, todos los efectos para la salud y seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las sustancias ototóxicas (sustancias químicas para el oído) relacionados con el trabajo.
- Todos los efectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a los que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes.
- La información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa específica que sea de aplicación.
- Cualquier efecto sobre la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles.
- La prolongación de la exposición al ruido después del horario de trabajo bajo responsabilidad del empresario.
- La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud.
- La disponibilidad de protectores auditivos con las características de atenuación adecuadas.

En función del resultado de la evaluación de riesgos, el empresario llevará a cabo las medidas de actuación, con el fin de reducir la exposición al ruido.

B. Protección individual: En el caso de fuera imposible el uso de otros medios para prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrán a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales apropiados y correctamente ajustados, con arreglo a las siguientes condiciones:

- Cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales.
- Mientras se ejecuta el programa de medidas y en tanto el nivel de ruido sea igual o supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, se utilizarán protectores auditivos individuales.
- Los protectores auditivos individuales se seleccionarán para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo.

El empresario deberá velar por que se utilicen los protectores auditivos cuando sea obligatorio y fomentar su uso cuando no sea obligatorio.

C. Limitación de la exposición: El empresario debe de garantizar que en ningún momento la exposición del empleado supere los valores límite de exposición, es decir: que en ningún momento se produzca una exposición a un nivel de pico superior a 140 dB(C) y que en ningún momento, durante la jornada de trabajo, se produzca una exposición a un nivel equivalente diario superior a 87 dB(A). Además, que no exista ninguna semana que dé lugar a una exposición cuyo nivel equivalente semanal sea superior a 87 dB(A).

El nivel de exposición diario equivalente depende del tiempo de exposición. En la siguiente tabla de establecen los tiempos máximos que el trabajador pueda estar expuesto a determinados niveles de ruido para alcanzar un nivel equivalente diario de 87 dB(A) (valor límite de exposición):

Figura 1: Tiempo máximo de exposición en función del nivel de presión sonora.

Tiempo máximo de exposición al ruido para alcanzar un nivel equivalente diario de 87 dB(A)	
L_{Aeq} dB(A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	30 minutos
102	15 minutos
105	7 ½ minutos
112	1 ½ minutos
117	½ minuto
120	15 segundos

Si habiendo llevado a cabo medidas para la reducción al ruido, se comprobaran exposiciones por encima del nivel de exposición por encima de los valores límite de exposición el empresario deberá:

- Tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición.
- Determinar las razones de sobreexposición.
- Corregir las medidas de prevención y protección, a fin de que pueda volver a producirse una reincidencia.
- Informar a los delegados de prevención de tales circunstancias.

D. Información y formación de los trabajadores: El empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en su lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido. Dicha información versará sobre:

- La naturaleza de tales riesgos.
- Las medidas tomadas en aplicación del Real Decreto 286/ 2006 con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido.
- Los valores límite de exposición y los valores límite de exposición que dan lugar a una acción.
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas, junto con una explicación de su significado, y los riesgos derivados de la exposición.
- El uso y mantenimiento correcto de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación.
- La conveniencia y la forma de detectar e informar sobre indicios de lesión auditiva.
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de dicha vigilancia de la salud.
- Las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido.

E. Consulta y participación de los trabajadores: El empresario debe de consultar a los trabajadores (o sus representantes) y permitir su participación en todas aquellas cuestiones que afecten a la seguridad y la salud en el trabajo:

- La evaluación de los riesgos y la determinación de las medidas preventivas a tomar.
- Las medidas destinadas a eliminar o reducir los riesgos derivados de la exposición al ruido.
- La elección de protectores auditivos.

F. Vigilancia de la salud: Es obligación del empresario llevar a cabo la vigilancia de la salud, cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto que existe riesgo para la salud de los trabajadores. Se considera que existe riesgo para la salud de los trabajadores y por tanto se debe de someter al trabajador a un control audiométrico, en los siguientes casos:

- Cuando la exposición al ruido supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción (control mínimo cada tres años).
- Cuando la exposición al ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción si la evaluación y la medición indican que existe riesgo para la salud del trabajador (control mínimo cada 5 años).

La finalidad de los controles audiométricos es el diagnóstico precoz de cualquier pérdida de audición debida al ruido y la preservación de la función auditiva.

Si el control de la función auditiva pone de manifiesto que un trabajador padece una lesión auditiva diagnosticable, el médico responsable de la vigilancia de la salud evaluará si la lesión puede ser consecuencia del trabajo. En tal caso, el médico u otro personal sanitario competente comunicará al trabajador el resultado, y el empresario, por su parte deberá:

- Revisar la evaluación de riesgos.
- Revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos.
- Tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualquier otra medida que se considere necesaria para eliminar o reducir riesgos, incluida la posibilidad de asignar al trabajador otra tarea donde no exista riesgo de exposición.
- Disponer de una vigilancia sistemática de la salud y los informes de aptitud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar.

CAPÍTULO 3: DETERMINACIÓN *IN SITU* DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL TRABAJO SEGÚN LA NORMA UNE-EN ISO 9612:2009

3.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

La norma **UNE-EN ISO 9612:2009** especifica un método de ingeniería que permite medir la exposición al ruido de los trabajadores en su entorno de trabajo y calcular el nivel de exposición al ruido, en el citado puesto de trabajo. Esta norma trata niveles ponderados A, aunque también es aplicable a niveles ponderados C. La norma detalla tres estrategias distintas para la determinación del nivel de ruido en el puesto de trabajo. Esta norma es muy útil para estudios relativos a un deterioro de la audición o de otros efectos nocivos.

El proceso de medición requiere la observación y el análisis de las condiciones de la exposición al ruido, de manera que se pueda controlar la calidad de las mediciones. Además, esta norma internacional, proporciona métodos que permiten estimar la incertidumbre de los resultados.

La norma **UNE-EN ISO 9612:2009** no está destinada a la evaluación del enmascaramiento de la comunicación oral ni a la evaluación de los efectos de los infrasonidos, ultrasonidos, o de los efectos no auditivos del ruido.

Los resultados de las mediciones realizadas, siguiendo las disposiciones de esta norma, pueden aportar información útil a la hora de definir las prioridades para las medidas de control de ruido.

3.2 EQUIPOS DE MEDIDA.

Existen diferentes dispositivos para medir el ruido, cada uno de ellos será más adecuado en función de que valores de ruido se quieran determinar.

Es muy importante que los aparatos de medida hayan sido calibrados antes de su utilización con el fin de que los valores obtenidos se acerquen a la realidad lo máximo posible. La calibración es el conjunto de operaciones que permite, en condiciones especificadas, conocer la precisión e incertidumbre de los equipos de medida, por comparación con los correspondientes valores conocidos de una magnitud medida obtenidos con un equipo patrón.

Los aparatos de medida utilizados para determinar niveles de ruido son los dosímetros, sonómetros y sonómetros promediadores integradores.

3.2.1 Dosímetros.

Los dosímetros son medidores personales de exposición al ruido. Se recomienda el uso de dosímetros cuando los trabajadores se mueven en ambientes acústicos muy diversos durante la jornada laboral porque el trabajador puede llevarlo consigo.

Los dosímetros se pueden utilizar para la medición del **nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq, d}$)** de cualquier tipo de ruido.

Los dosímetros deben de colocarse a 10 cm del oído y 4 cm por encima del hombro del trabajador.

Durante el periodo de medición, se deben de observar y anotar las actividades que el trabajador realiza mientras lleva el dosímetro, para a continuación comparar las anotaciones con el resultado de las mediciones y así identificar los valores característicos del ruido (sobre todo cuando se mide el nivel de pico, ya que es habitual que golpes o roces en el micrófono falseen los resultados).

Al emplear un dosímetro, es conveniente realizar simultáneamente medidas del ruido existente también con un sonómetro integrador, para así comprobar si los resultados obtenidos con el dosímetro son coherentes.

3.2.2 Sonómetro.

Una sonómetro, es un dispositivo que mide la presión acústica en cada momento, aplicando filtros y ponderaciones al resultado para asimilarlo al escuchado por el oído humano, por lo tanto podrán emplearse para la medición del **nivel de presión acústica ponderado A (L_{pA})** del ruido estable.

Los sonómetros se clasifican en función de la precisión, en los siguientes tipos (en base a las normas internacionales):

- **Tipo 0:** Sonómetro patrón (máxima precisión).
- **Tipo 1:** Sonómetro de precisión (gran precisión).
- **Tipo 2:** Sonómetro de uso general (precisión media).

Los sonómetros están formados por los siguientes elementos:

- **Micrófono:** Recibe las variaciones de presión sonora y las convierte en señales eléctricas equivalentes. Suele ir protegido por una espuma de polímero para evitar el deterioro.
- **Componentes eléctricos y electrónicos:** amplifican y procesan las señales, retienen resultados, etc.
- **Uno o varios filtros:** Redes de ponderación de frecuencia.
- **Un detector:** Determina el valor de pico para ruidos de impacto.
- **Una pantalla:** Visualizador analógico o digital que muestra los resultados.
- **Una carcasa de protección:** Equipada con varios mandos, y en ocasiones, salidas para conectar el sonómetro a otros dispositivos.

3.2.3 Sonómetro integrador promediador.

Con respecto al anterior, tiene la ventaja de que permite variar el tiempo de medida desde segundos hasta horas. Podrán emplearse para la medición del nivel de **presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq, T}$)** de cualquier tipo de ruido.

Atendiendo al tipo de medición, los sonómetros se colocarán de la siguiente forma:

- Pueden colocarse en lugares fijos o ser sostenidos por el técnico, que debe de permanecer próximo al trabajador.
- Es preferible que el trabajador este ausente y se colocará el micrófono a la altura donde se encontraría su oído.
- Cuando es imprescindible la presencia del trabajador, el micrófono de debe de situar a una distancia entre 10 y 40 cm del oído de éste. Si no su puede colocar a una distancia menor de 40 cm, se debería emplear un dosímetro para realizar la medición.
- Si la situación del trabajador no permite colocar fácilmente el micrófono de esta manera, este se colocaría a una altura de $1,55 \pm 0,075$ m del suelo, si el trabajador está de pie o a $0,80 \pm 0,05$ m del plano del asiento, si el trabajador está sentado.
- El micrófono debe de seguir la dirección de la vista del trabajador cuando éste permanece estático la mayor parte de la jornada laboral.
- Hay que tener en cuenta la distancia de la fuente de ruido al micrófono. Si el micro está próximo a la fuente de ruido, se tendrá en cuenta que las pequeñas variaciones en la posición del micrófono pueden ocasionar cambios significativos en los resultados. Se recomienda que el micrófono se mueva en un intervalo de 0,1 a 0,5 m para determinar variaciones locales.

3.3 SELECCIÓN DE LA ESTRATEGÍA DE MEDICIÓN.

3.3.1 Introducción.

La selección de una estrategia adecuada depende de varios factores, tales como: el objetivo de las mediciones, la complejidad de la situación de trabajo, el número de trabajadores implicados, la duración efectiva de la jornada laboral, el tiempo disponible para la medición y el análisis, y la cantidad de información detallada requerida.

La norma **UNE-EN ISO 9612:2009** ofrece tres estrategias de medición para la determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo: medición basada en la tarea, medición basada en la función, medición basada en la jornada completa.

3.3.2 Estrategia de medición basada en la tarea.

La estrategia de medición basada en la tarea es muy útil para trabajadores o grupos de trabajo homogéneos (grupos de trabajadores que están desempeñando la misma función laboral durante la jornada laboral) sometidos a evaluación durante la jornada nominal, (comprende la jornada laboral, incluyendo las pausas) en que la función laboral se puede dividir en tareas. Cada tarea se debe de definir de tal manera que el $L_{p,AeqT}$ (**nivel de presión sonora equivalente ponderado A sobre un periodo T**) sea con probabilidad repetible. Es necesario garantizar que todas las contribuciones al ruido relevantes estén incluidas. La duración de las tareas es especialmente importante para aquellas fuentes de ruido con niveles de ruido elevados.

Para obtener una correcta determinación de $L_{p,AeqT}$ y del $L_{p,Cpico}$ (**nivel de presión sonora de pico ponderado C**) es importante la identificación de las fuentes de ruido y de las tareas que provocan los niveles de pico más elevados.

A. Duración de las tareas.

Se debe de determinar la duración de las tareas. Esto se puede realizar del siguiente modo:

- Entrevistas con los trabajadores y el supervisor.
- La observación y medición de la duración de cada una de las tareas.
- La recopilación de información con respecto al funcionamiento de las fuentes de ruido típicas (por ejemplo, los procesos de trabajo, las máquinas, las actividades de trabajo y su entorno).

La duración de una tarea se puede considerar como variable, por lo que para fijar la duración de una tarea variable, podemos registrar su duración tres veces o también podemos consultar con varios trabajadores, cuánto tiempo se emplea en realizar dicha tarea.

Si están disponibles las J observaciones de la tarea T_{mj} , **el valor aritmético de la duración de la tarea T_m** , se calcula mediante la **ecuación (3.1)**:

$$\overline{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{mj} \quad \text{Ecuación (3.1)}$$

La suma de las duraciones individuales de las tareas T_m , que componen la jornada nominal, debe corresponder a la duración efectiva de la jornada laboral. **La duración efectiva de la jornada laboral (T_e)** viene dada por la **ecuación (3.2)**:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \overline{T}_m \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

Donde:

\overline{T}_m → Es la media aritmética de la duración de la tarea m.

m → Es el número de la tarea.

M → Es el número total de tareas.

B. Medición del $L_{p,A,eqT,m}$ (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m).

Las mediciones deben de cubrir las valoraciones del nivel de ruido en el seno de cada tarea, en el tiempo, espacio y en las condiciones laborales.

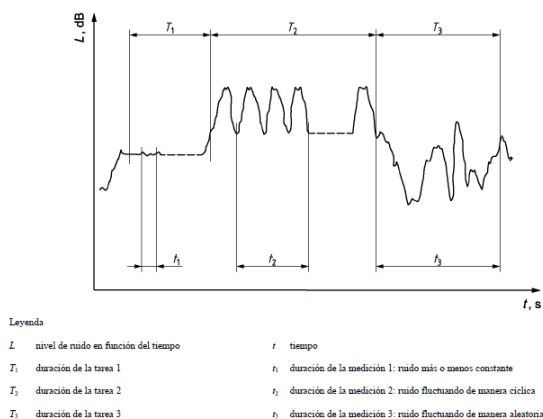
El técnico encargado de realizar la medición debe de garantizar que la situación de trabajo, durante el periodo de medición, es representativa de la labor realizada durante la jornada laboral. A ser posible, el trabajador implicado debe de ser observado durante las mediciones a fin de detectar si las condiciones de operación o de trabajo se desvían de la situación laboral normal.

Para cada tarea se deben de realizar al menos tres mediciones, para así cubrir la variación real del nivel de ruido. Se recomienda realizar las mediciones en diferentes momentos durante la tarea o en diferentes trabajadores de un mismo grupo. La duración de cada medición debe de ser lo suficientemente larga como para representar el nivel de presión sonora continuo equivalente medio para la tarea real. Si la duración de la tarea es inferior a 5 min, la duración de cada medición debe de ser igual a la duración de la tarea. Para tareas más largas, la duración de cada medición debe de ser de al menos 5 min. Sin embargo, la duración de cada medición se puede reducir si el nivel es constante o repetitivo (ver figura 2 tarea 1).

Si el **ruido** durante la tarea es **cíclico**, cada medición debe de cubrir al menos tres ciclos. En el caso de que la duración de los tres ciclos fuera inferior a 5 min, cada medición debe de ser de al menos 5 min. La duración de cada, medición debe corresponder siempre a la duración de un número de ciclos enteros (ver figura 2, tarea 2).

Si el **ruido** durante la tarea es **aleatorio**, la duración de cada medición debe de ser lo suficientemente larga para garantizar que el $L_{p,A,eqT,m}$ es representativo de la tarea (ver figura 2, tarea 3).

Figura 2: Ejemplo de tres periodos con situaciones de ruido diferentes y duración real de cada medición.



Los resultados de las tres mediciones de cada una de las tareas, no deben de diferir en más de 3 dB entre ellas. En el caso de que la diferencia entre las tres mediciones fuera superior a 3 dB se debe de tomar alguna de las siguientes alternativas:

- Realizar, al menos, tres mediciones adicionales de la tarea.
- Subdividir la tarea en subtareas, y proceder con cada subtarea, como si se tratase de una tarea.
- Repetir las mediciones con una medición más larga en cada tarea.

Para cada tarea, se calcula $L_{p,A,eqT,m}$ a partir de las I mediciones tomadas para cada tarea, a partir de la siguiente **ecuación (3.3)**:

$$L_{p,AeqT,m} = 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{\frac{L_{p,A,eqT,mi}}{10}} \right) \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

Donde:

$L_{p,AeqT,mi}$ → Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante una tarea de duración T_m .

i → Es el número de muestra de la tarea m .

I → Es el número total de muestras de la tarea m .

C. Cálculo de la contribución de cada tarea al nivel de exposición al ruido.

En el siguiente apartado, vamos a ver como calcular la contribución de cada una de las tareas que componen la jornada laboral, al nivel de exposición al ruido diario. Este cálculo es opcional, y se puede emplear para averiguar cómo influye cada una de las tareas en el nivel de exposición al ruido diario.

La contribución de una tarea al nivel de exposición de ruido diario ponderado A ($L_{EX,8h,m}$) se calcula:

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,A,eqT,m} + 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{\overline{T_m}}{T_0} \right) \quad \text{Ecuación (3.4)}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}$ → Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m según indica la **ecuación (3.3)**.

$\overline{T_m}$ → Es la media aritmética de la duración de la tarea m , según indica la **ecuación (3.1)**.

T_0 → Es la duración de referencia $T_0 = 8$ horas.

D. Determinación del nivel de exposición al ruido diario.

Para la determinación del $L_{EX,8h}$ (nivel de exposición al ruido diario ponderado A) tenemos dos formas de cálculo posible:

- A partir de $L_{p,A,eqT,m}$ y la duración de cada una de las tareas:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \text{Log} \left(\sum_{m=1}^M \frac{\overline{T_m}}{T_0} \cdot 10^{\frac{L_{p,A,eqT,m}}{10}} \right) \quad \text{Ecuación (3.5)}$$

Donde:

$\overline{T_m}$ → Es la media aritmética de la duración de la tarea m , según indica la **ecuación (3.1)**.

T_0 → Es la duración de referencia $T_0 = 8$ horas.

m → Es el número de la tarea.

M → Es el número total de tareas.

- A partir de la contribución al ruido de cada una de las tareas:

$$L_{EX,sh} = 10 \cdot \text{Log} \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} \cdot 10^{\frac{L_{EX,sh,m}}{10}} \right) \quad \text{Ecuación (3.6)}$$

Donde:

$L_{EX,sh,m}$ → Es el nivel de exposición sonora ponderado A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición al ruido diario calculado según la **ecuación 3.4**.

m → Es el número de la tarea.

M → Es el número total de tareas.

3.3.3 Estrategia de medición basada en la función.

La estrategia de medición basada en la función consiste en tomar muestras aleatorias de la exposición al ruido midiendo el $L_{p,A,eqT}$ (**nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A**) durante la realización de las funciones (labores realizadas durante la jornada laboral) que despeñan los empleados expuestos al ruido en el trabajo.

A. Plan de medición.

Una vez identificadas las funciones se deben de establecer grupos de exposición al ruido homogéneos, y para cada grupo de exposición:

- Establecer la duración de medición acumulativa, para el grupo de exposición homogéneo según la *tabla 1*:

Tabla 1: Duración total mínima de medición para un grupo de exposición homogéneo:

Número de trabajadores en el grupo de exposición homogéneo n_G	Duración mínima acumulativa de medición a repartir entre el grupo de exposición homogéneo
$n_G \leq 5$	5 h
$5 < n_G \leq 15$	$5 \text{ h} + (n_G - 5) \times 0,5 \text{ h}$
$15 < n_G \leq 40$	$10 \text{ h} + (n_G - 15) \times 0,25 \text{ h}$
$n_G > 40$	17 h o fraccionar el grupo

- Escoger el número de mediciones (al menos cinco), de tal forma que la duración acumulativa de estas sea superior o igual a la duración mínima determinada en el paso anterior.
- Planificar la toma de muestras distribuidas de forma aleatoria entre los miembros del grupo y a lo largo de la duración de la jornada laboral.

B. Determinación de los niveles de exposición al ruido para los trabajadores de un grupo homogéneo.

A continuación debemos de calcular $L_{p,A,eqTe}$ (**nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A**), para la duración efectiva de la jornada laboral (T_e).

$$L_{p,A,eqTe} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,A,eqT,n}}{10}} \right) \quad \text{Ecuación (3.7)}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,n}$ → Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de la muestra n.

n → Es el número de la muestra de la función.

N → Es el número total de muestras de la función.

Por último, tan solo nos queda calcular el $L_{EX,8h}$ (**nivel de exposición al ruido ponderado A**) de los trabajadores en un grupo de exposición homogéneo, a partir de la siguiente ecuación:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \cdot \text{LOG} \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

Donde:

L_{p,A,eq,T_e} → Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la duración efectiva de la jornada laboral.

T_e → es la duración efectiva de la jornada laboral.

T_0 → es la duración de referencia de la jornada laboral → $T_0 = 8$ horas.

3.3.1 Estrategia de medición basada en la jornada completa.

La estrategia de medición basada en la jornada completa se caracteriza por cubrir todas las contribuciones al ruido y los periodos tranquilos relacionados con el trabajo durante la jornada laboral. Para realizar mediciones basadas en la jornada completa, lo más práctico es utilizar exposímetros sonoros personales.

Puede ocurrir que no sea posible realizar mediciones durante la jornada completa, en estos casos, las mediciones se deben realizar durante una parte del día lo más larga posible cubriendo todos los períodos significativos de la exposición al ruido.

Durante las mediciones, se debería observar a los trabajadores para evitar falsas contribuciones al nivel de exposición al ruido. Si esto no fuera posible, se debe de controlar la validez de las mediciones mediante alguna de las siguientes acciones:

- Entrevistas con los supervisores y los trabajadores.
- Realización de mediciones puntuales para verificar los niveles medidos utilizando exposímetros sonoros personales.
- Evaluación de la exposición de los trabajadores seleccionados utilizando las mediciones basadas en la tarea.
- Un examen por parte del trabajador y del técnico encargado de la medición, del registro diario del exposímetro sonoro personal al final del período de trabajo, para identificar las diferentes tareas y eventos. Por este motivo, el uso de exposímetros sonoros personales registradores es altamente recomendable.

A. Mediciones basadas en la jornada completa.

Para una correcta medición basada en la jornada completa, se deben de realizar al menos, tres mediciones de una **jornada completa** ($L_{p,A,eqT}$) para representar la exposición al ruido de los trabajadores.

En el caso que las tres mediciones difieran en menos de 3 dB, se debe de calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante la jornada nominal para obtener la media aritmética de las tres mediciones (para los cálculos ver **ecuación (3.7)**).

Si las mediciones difieren en más de 3 dB, se deben de efectuar al menos dos mediciones adicionales de la jornada completa, y calcular el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A durante la jornada nominal para obtener la media energética de todas las mediciones.

B. Determinación del nivel de exposición al ruido diario.

Para calcular el $L_{EX,8h}$, (**nivel de exposición al ruido diario ponderado A**) basado en la estrategia de medición basada en la jornada completa, se puede emplear la siguiente expresión:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqTe} + 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{T_e}{T_0} \right) \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

Donde:

$L_{p,A,eqTe}$ → Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A calculado de acuerdo con el apartado A (mediciones basadas en la jornada completa).

T_e → es la duración efectiva de la jornada laboral.

T_0 → es la duración de referencia de la jornada laboral → $T_0 = 8$ horas.

3.4 INCERTIDUMBRES EN LAS MEDIDAS.

Durante las mediciones *in situ* algunas fuentes de incertidumbre requieren una atención específica para poder reducir su influencia todo lo posible. La incertidumbre puede estar causada tanto por errores, como por la variación natural de la situación de trabajo. Las principales fuentes de incertidumbre que pueden llegar a influir en el resultado son:

- Las variaciones en el trabajo diario, las condiciones de funcionamiento, la incertidumbre en el muestreo.
- Los instrumentos y la calibración.
- La posición del micrófono.
- Las falsas contribuciones, como por ejemplo: el viento, las corrientes de aire, o los impactos en el micrófono, roce del micrófono sobre la ropa.
- Un análisis del trabajo mal hecho o no realizado.
- Las contribuciones de las fuentes de ruido atípicas (la palabra, las señales de alarma).

El nivel de exposición al ruido medido y la incertidumbre asociada al resultado depende del método de medición utilizado.

3.4.1 Incertidumbre expandida.

A lo largo de este apartado vamos a ver como determinar la **incertidumbre expandida del nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada completa de 8 horas ($L_{EX,8h}$)** o, alternativamente el **valor medio del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A ($L_{p,A,eqT}$)**. El método para el cálculo de incertidumbre que vamos a ver en esta parte de la memoria, garantiza la ausencia en el resultado final de errores sistemáticos producidos por contribuciones erróneas.

Las contribuciones a la **incertidumbre típica combinada u** asociado al nivel de exposición al ruido, depende de la **desviación típica u_i** de cada magnitud de entrada y de los **coeficientes de sensibilidad, c_i** de cada una de las magnitudes de entrada.

Los coeficientes de sensibilidad son una medida de cómo se ve afectado el nivel de exposición al ruido por los cambios en los valores de las respectivas magnitudes de entrada. Las contribuciones de las respectivas magnitudes de entrada vienen dados por los productos de las incertidumbres típicas y sus coeficientes de sensibilidad asociados. La **incertidumbre típica combinada (u)**, se obtiene a partir de cada una de las contribuciones individuales, utilizando la ecuación:

$$u^2 = \sum c_i^2 \cdot u_i^2 \quad \text{Ecuación (3.9)}$$

La **incertidumbre expandida (U)** viene dada por:

$$U = k \cdot u \quad \text{Ecuación (3.10)}$$

Donde:

K → donde k es un factor de cobertura que es función del intervalo de confianza. El intervalo de confianza es del 95 % dando como resultado **k = 1,7**. Esto significa que el 95 % de los valores está por debajo del límite superior **[L_{EX,8h}+U]**.

u → incertidumbre típica combinada calculada según la **ecuación (3.9)**.

3.4.2 Incertidumbre medición basada en la tarea.

La expresión general para la determinación de **L_{EX,8h} (nivel de exposición al ruido ponderado A)** utilizando la **medición basada en la tarea** es:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \text{Log} \left(\sum_{m=1}^M \frac{\overline{T}_m}{T_0} \cdot 10^{\frac{L_{p,A,eqT,m}^*}{10}} \right) \quad \text{Ecuación (3.5)}$$

Donde:

\overline{T}_m → Es la media aritmética de la duración de la tarea m, según indica la **ecuación (3.1)**.

T₀ → Es la duración de referencia T₀ = 8 horas.

m → Es el número de la tarea.

M → Es el número total de tareas.

L_{p,A,eqT,m}^{*} → Es la estimación del **nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m**:

$$L_{p,A,eqT,m}^* = L_{p,A,eqT,m} + Q_2 + Q_3 \quad \text{Ecuación (3.11)}$$

Donde:

Q₂ → Es la corrección para el instrumento de medida utilizado para la determinación del nivel de presión sonora equivalente ponderado A.

Q₃ → Es la corrección para la posición del micrófono utilizado para la determinación del nivel de presión sonora equivalente ponderado A.

A. Cálculo de incertidumbre típica combinada (u) y de la incertidumbre expandida (U).

Dado que la magnitudes implicadas no están correlacionadas, la **incertidumbre típica combinada (para una medición basada en la tarea)** para el **nivel de exposición al ruido ponderado A (u² (L_{EX,8h}))**, se debe de calcular a partir de los valores numéricos de las contribuciones a la incertidumbre c_ju_j como sigue:

$$u^2(L_{EX,8h}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2 \right] \right) \quad \text{Ecuación (3.12)}$$

Donde:

$u_{1a,m}$ → Es la incertidumbre típica combinada debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea m (**ver apartado B**).

$u_{1b,m}$ → Es la incertidumbre debida a la estimación de la duración de la tarea m (**ver apartado B**).

$u_{2,m}$ → Es la incertidumbre típica debida a los instrumentos utilizados para la tarea m.

u_3 → Es la incertidumbre típica debida a la posición el micrófono.

$C_{1a,m}$ y $C_{1b,m}$ → son los coeficientes de sensibilidad correspondientes para la tarea m.

m → es el número de la tarea.

M → Es el número total de tareas.

La **incertidumbre expandida (U)** se calcula:

$$U = k \cdot u \quad \text{Ecuación (3.10)}$$

Donde:

u → Es la incertidumbre típica combinada.

K → Factor de cobertura → k = 1,7.

B. Contribuciones a la incertidumbre de medición y al balance de incertidumbre.

Para la medición basada en la tarea, el **coeficiente de sensibilidad asociado al muestreo del nivel de ruido ($C_{1a,m}$)**, se calcula del siguiente modo:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} \cdot 10^{\frac{L_{p,A,eqT,m}^* - L_{EX,8h}}{10}} \quad \text{Ecuación (3.13)}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,m}^*$ → Es la estimación del nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m.

$L_{EX,8h}$ → Es el nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada nominal.

Para la medición basada en la tarea, el **coeficiente de sensibilidad asociado a la estimación de la duración de la tarea ($C_{1b,m}$)**, se calcula del siguiente modo:

$$c_{1b,m} = 4.34 \cdot \frac{C_{1a,m}}{T_m} \quad \text{Ecuación (3.14)}$$

Donde:

$C_{1a,m}$ → Es el coeficiente de sensibilidad asociado al muestreo de los niveles de ruido.

T_m → Es la duración de la tarea m.

La **incertidumbre típica asociada al nivel de ruido debido al muestreo para la tarea m ($u_{1a,m}$)** viene dado por:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{I}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{p,A,eqT,mi} - \overline{L_{p,A,eqT,m}})^2 \right]} \quad \text{Ecuación (3.15)}$$

Donde:

$i \rightarrow$ Es el número de muestra de la tarea.

$I \rightarrow$ Es el número total de muestras.

$\overline{L_{p,A,eqT,m}}$ \rightarrow Es la media aritmética de I niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea m calculados según la siguiente ecuación:

$$\overline{L_{p,A,eqT,m}} = \frac{1}{I} \sum_{i=1}^I L_{p,A,eqT,mi} \quad \text{Ecuación (3.16)}$$

La incertidumbre típica debida a la duración de la tarea m ($u_{1b,m}$) se puede calcular a partir de las duraciones medias de las mediciones independientes:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]} \quad \text{Ecuación (3.17)}$$

Donde:

$J \rightarrow$ Es el número total de observaciones.

$T_{m,j} \rightarrow$ Duración de la muestra j de a tarea m .

$T_m \rightarrow$ Duración de la tarea m .

3.4.3 Incertidumbre medición basada en la función.

La expresión general para la determinación de $L_{EX,8h}$ (nivel de exposición al ruido ponderado A) utilizando la medición basada en la función es:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \text{Log} \cdot \frac{T_e}{T_0} \left(\frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,A,eqT,n}^*}{10}} \right) \quad \text{Ecuación (3.18)}$$

Donde:

$T_e \rightarrow$ Es la duración efectiva de la jornada laboral.

$T_0 \rightarrow$ Es la duración de referencia $T_0 = 8$ horas.

$n \rightarrow$ Es el número de muestras de la función.

$N \rightarrow$ Es el número total de muestras de la función.

$L_{p,A,eqT,n}^*$ \rightarrow Es la estimación del nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A asociado a la muestra n de la función $L_{p,A,eqT,n}$.

$$L_{p,A,eqT,n}^* = L_{p,A,eqT,n} + Q_2 + Q_3 \quad \text{Ecuación (3.19)}$$

Donde:

$Q_2 \rightarrow$ Es la corrección para el instrumento de medida utilizado para la determinación del nivel de presión sonora equivalente ponderado A.

Q_3 → Es la corrección para la posición del micrófono utilizado para la determinación del nivel de presión sonora equivalente ponderado A.

A. Cálculo de la incertidumbre típica combinada (u) y la incertidumbre expandida (U).

La **incertidumbre típica combinada (para una un grupo de exposición al ruido homogéneo)** para el **nivel de exposición al ruido de ponderado A $u(L_{EX,8h})$** se calcula a partir de los valores numéricos de todas las contribuciones a la incertidumbre, $c_i u_i$:

$$u^2(L_{EX,8h}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad \text{Ecuación (3.20)}$$

Donde:

c_1 → Es el coeficiente de sensibilidad asociado al muestreo de los niveles de ruido.

u_1 → Es la incertidumbre típica asociada al muestreo de los niveles de ruido.

c_2 → Es el coeficiente de sensibilidad debido a la sensibilidad del instrumento de medida.

u_2 → Es la incertidumbre típica asociada a la sensibilidad del instrumento de medida.

c_3 → Es el coeficiente de sensibilidad asociado a la posición imperfecta del instrumento de medida.

U_3 → Es la incertidumbre típica asociada a la posición imperfecta del instrumento de medida.

La **incertidumbre expandida (U)** se calcula:

$$U = k \cdot u \quad \text{Ecuación (3.10)}$$

Donde:

u → Es la incertidumbre típica combinada.

K → Factor de cobertura → $k = 1,7$.

B. Contribuciones a la incertidumbre de medición y al balance de incertidumbre.

La contribución a la incertidumbre $c_1 u_1$, del muestreo de los niveles de ruido por función, se indica en la *tabla 2* en función del número N de muestras de niveles de ruido de la función y la incertidumbre típica u_1 .

Tabla 2: Contribución a la incertidumbre $c_1 \cdot u_1$

N	Contribución a la incertidumbre $c_1 u_1$ de los valores medidos $L_{p,Aeq,Tn}$											
	dB											
	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
3	0,6	1,6	3,1	5,2	8,0	11,5	15,7	20,6	26,1	32,2	39,0	46,5
4	0,4	0,9	1,6	2,5	3,6	5,0	6,7	8,6	10,9	13,4	16,1	19,2
5	0,3	0,7	1,2	1,7	2,4	3,3	4,4	5,6	6,9	8,5	10,2	12,1
6	0,3	0,6	0,9	1,4	1,9	2,6	3,3	4,2	5,2	6,3	7,6	8,9
7	0,2	0,5	0,8	1,2	1,6	2,2	2,8	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
8	0,2	0,5	0,7	1,1	1,4	1,9	2,4	3,0	3,6	4,4	5,2	6,1
9	0,2	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	2,6	3,2	3,9	4,6	5,4
10	0,2	0,4	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5	4,1	4,8
12	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	1,3	1,7	2,0	2,5	2,9	3,5	4,0
14	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
16	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,2
18	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9
20	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6
25	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,3
30	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0

La **incertidumbre típica asociada al muestreo de los niveles de ruido (u_1)** para una **medición basada en la función**, viene dado por la siguiente ecuación:

$$u_1^2 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p,A,eqT,n} - \bar{L}_{p,A,eqT})^2 \right]} \quad \text{Ecuación (3.21)}$$

Donde:

$L_{p,A,eqT,n}$ → Es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la muestra n del nivel de ruido de la función.

N → Es el número total de muestras.

$\bar{L}_{p,A,eqT}$ → es la **media aritmética de N muestras de la función del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A**, y se calcula del siguiente modo:

$$\bar{L}_{p,A,eqT} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N L_{p,A,eqT,n} \quad \text{Ecuación (3.22)}$$

Donde:

N → Es el número total de muestras de la función.

El **coeficiente de sensibilidad para la incertidumbre debida a la instrumentación (c_2)** para la **medición basada en la función**, es un valor tabulado de valor:

$$c_2 = 1$$

La **incertidumbre típica asociado a la instrumentación (u_2)** asociada a la **medición basada en la función**, se obtiene a partir de la **tabla B.2**:

Tabla 3: Incertidumbre típica de los instrumentos de medida

Tipo de instrumento	Desviación típica u_2 (o $u_{2,m}$) dB
Sonómetro de clase 1, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	0,7
Exposímetro sonoro personal, según se especifica en la Norma IEC 61252	1,5
Sonómetro de clase 2, según se especifica en la Norma IEC 61672-1:2002	1,5

El **coeficiente de sensibilidad para la incertidumbre debida a la selección imperfecta de la posición del micro (c_3)** para la **medición basada en la función**, es un valor tabulado de valor:

$$c_3 = 1$$

La **incertidumbre típica asociado a la posición de medición (u_3)** asociada a la **medición basada en la función**, es un valor tabulado, de valor:

$$u_3 = 1$$

3.4.4 Incertidumbre medición basada en la jornada completa.

El procedimiento para el cálculo de incertidumbre para la medición basada en la jornada completa es el mismo método que el empleado en la medición basada en la función. Por lo tanto, la incertidumbre para la medición de una jornada completa se calcula:

A. Cálculo de la incertidumbre típica combinada (u) y la incertidumbre expandida (U).

La **incertidumbre típica combinada (para una medición basada en la función)** para el **nivel de exposición al ruido de ponderado A** $u(L_{EX,8h})$ se calcula a partir de los valores numéricos de todas las contribuciones a la incertidumbre, $c_i u_i$:

$$u^2(L_{EX,8h}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 (u_2^2 + u_3^2) \quad \text{Ecuación (3.20)}$$

La **incertidumbre expandida (U)** se calcula:

$$U = k \cdot u \quad \text{Ecuación (3.10)}$$

B. Contribuciones a la incertidumbre de medición y al balance de incertidumbre.

La contribución a la incertidumbre $c_1 u_1$, del muestreo de los niveles de ruido por función, se indica en la **tabla B.1** en función del número, N de muestras de niveles de ruido de la función y la incertidumbre típica u_1 .

La **incertidumbre típica asociada al muestreo de los niveles de ruido (u_1) para un grupo de exposición al ruido homogéneo**, viene dado por la siguiente ecuación:

$$u_1^2 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p,A,eqT,n} - \bar{L}_{p,A,eqT})^2 \right]} \quad \text{Ecuación (3.21)}$$

$$\bar{L}_{p,A,eqT} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N L_{p,A,eqT,n} \quad \text{Ecuación (3.22)}$$

El **coeficiente de sensibilidad para la incertidumbre debida a la instrumentación (c_2)** para la **medición basada en la función**, es un valor tabulado de valor:

$$c_2 = 1$$

La **incertidumbre típica asociado a la instrumentación (u_2)** asociada a la **medición basada en la función**, se obtiene a partir de la **tabla B.2**:

El **coeficiente de sensibilidad para la incertidumbre debida a la selección imperfecta de la posición del micro (c_3)** para la **medición basada en la función**, es un valor tabulado de valor:

$$c_3 = 1$$

La **incertidumbre típica asociado a la posición de medición (u_3)** asociada a la **medición basada en la función**, es un valor tabulado, de valor:

$$u_3 = 1$$

CAPÍTULO 4: MUESTREO DEL NIVEL DE RUIDO DE LA NAVE DE SMATTEX.

4.1 OBJETIVO.

El objetivo principal del muestreo del nivel de ruido, es la evaluación del nivel de ruido que se produce en cada una de los puestos de trabajo de la nave **SMATTEX S.A**, para así identificar qué grupo de trabajadores sufre una mayor exposición al ruido.

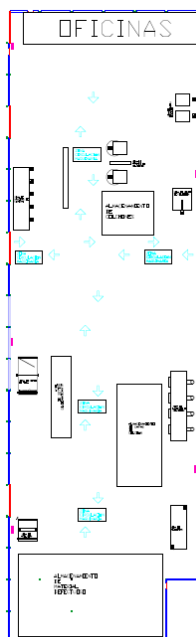
Los trabajos en **SMATTEX S.A** se realizan en la modalidad de cadena de fabricación, por lo que la nave se divide en varias zonas de trabajo, con un número distinto de empleados en cada una de las zonas. Cada una de estas zonas de trabajo, dispone de la maquinaria adecuada para la labor que se va desempeñar en cada uno de los puestos de trabajo.

Las zonas de trabajo en las que se divide la nave de SMATTEX S.A son:

- **Zona de máquinas de costura:** Esta área de trabajo está destinada a coser las fundas y las cremalleras de los colchones.
- **Zona de corte de tela:** Esta área de trabajo está destinada a realizar cortes de alta precisión en la tela empleada para hacer los colchones.
- **Zona de acolchar:** Esta área de trabajo está destinada a estampar el diseño de las fundas del colchón.
- **Zona de almohadas:** Esta zona de trabajo está destinada a enfundar y empaquetar las almohadas.
- **Zona de laminado de colchones:** Esta zona de trabajo está destinada a unir las distintas capas que forman cada modelo de colchón.
- **Zona de corte de colchones:** Esta zona de trabajo está destinada al corte del colchón para darle las dimensiones que requiere.
- **Zona de acabado de colchones:** Esta zona de trabajo está destinada a coser y enfundar colchones.
- **Zona de empaquetado y enfundado de colchones:** En esta zona de trabajo está destinada principalmente al enfundado de colchones, aunque esporádicamente también se realiza el enfundado de algún modelo de colchón.

En el siguiente croquis podemos ver la distribución en planta, de los distintos puestos de trabajo:

Figura 3: Croquis de la nave de SMATTEX S.A



4.2 EQUIPO DE MEDIDA EMPLEADO DURANTE LAS MEDICIONES.

Como hemos visto en el capítulo 3 de esta memoria, para la determinación *in situ* de la exposición al ruido en el trabajo, se pueden emplear tanto dosímetros individuales, como sonómetros. Para el desarrollo de este proyecto, el equipo escogido ha sido un sonómetro integrador promediador clase 1 (sonómetro de elevada precisión) de la marca **Bruel & Kjaer (B&K)** modelo **2250**.

El equipo **B&K 2250** es un sonómetro de cuarta generación. El sonómetro **B&K 2250** permite combinar varios módulos de software y hardware, lo que permite realizar mediciones de alta precisión. Algunos de los campos en los que se puede utilizar el sonómetro **B&K 2250** son: evaluación de ruido ambiental, evaluación del ruido laboral, mediciones del tiempo de reverberación, mediciones siguiendo las normas internacionales más recientes, análisis en tiempo real tanto en bandas de octava como de tercio de octava, documentación de las mediciones con anotaciones (de texto o voz), documentación de las mediciones a través de la grabación de señales de medida. Por tanto el sonómetro **B&K 2250** se puede emplear en multitud de aplicaciones, aunque este equipo ha sido desarrollado específicamente para la medición del ruido en el puesto trabajo, ruido ambiental y de máquinas.

El sonómetro **B&K 2250** lo componen los siguientes elementos:

- **Micrófono de medición:** El equipo emplea un micrófono de campo libre prepolarizado de ½ pulgada de Bruel & Kjaer. Se trata de un micrófono resistente y fiable con un amplio espectro de frecuencias.
- **Preamplificador:** Se utiliza para convertir la señal de salida de alta impedancia del micrófono en una señal de baja impedancia, apta para tender cables de gran longitud.
- **Botonera:** El equipo dispone de varios botones con diversas funcionalidades:
 - *Botón de sucesos:* Permite al técnico introducir sucesos ocurridos durante la medición.
 - *Botón de comentarios:* Permite al técnico añadir grabaciones sonoras a los archivos de grabación.
 - *Teclas de navegación:* Permite desplazar el componente activo de la pantalla (selector de campo) y navegar por la interfaz de usuario.
 - *Botón de borrado hacia atrás:* permite borrar los últimos 5 segundos de datos de medición.
 - *Botón de aceptar:* Permite aplicar cualquier cambio realizado en la configuración del instrumento.
 - *Botón de reinicio de mediciones:* Permite borrar la medición actual de la pantalla.
 - *Botón de inicio/ pausa:* Permite iniciar una medición, realizar una pausa o continuar una medición.
 - *Indicador de estado:* Son luces LED de color verde, amarillo y rojo, que indican el estado de la medición (si el equipo está midiendo, está detenido, está en pausa, etc)
 - *Botón de guardar:* Permite guardar los resultados de medición.
- **Pantalla de visualización:** Se trata de una pantalla táctil en color y de alto contraste.
- **Botón de encendido:** Permite encender y apagar el instrumento. Si se mantiene pulsado 1 segundo, el instrumento pasa a modo espera y si se mantiene pulsado más de cuatro segundos, el instrumento se apaga.



4.3 MUESTREO DEL NIVEL DE RUIDO DE LA NAVE DE SMATTEX S.A.

Para el muestreo del nivel de ruido, se realiza un estudio de cada una de las zonas de trabajo de la nave de **SMATTEX S.A.**

En cada una de las zonas de trabajo se escogen varios puntos de medida en función de la posición que ocupan los operarios en los puestos de trabajo y la ubicación de los principales focos sonoros del puesto de trabajo.

Para cada punto de medida se decide realizar 5 lecturas del $L_{A,eq}$ (**nivel de ruido equivalente ponderado A**) y el $L_{c,peak}$ (**nivel de pico equivalente ponderado C**). A continuación se saca la media aritmética (tanto del $L_{A,eq}$, como del $L_{c,peak}$), a partir de la **ecuación 4.1 y 4.2**, de cada uno de los puntos de medida, para caracterizar cual es el nivel de presión sonora de cada uno de los puntos de medida.

$$\bar{L}_{A,eq} = 10 \cdot \text{Log} \left(\sum_{n=1}^N \frac{10^{L_{A,eq,n}}}{N} \right) \quad \text{Ecuación (4.1)}$$

Donde:

$\bar{L}_{A,eq}$ → Es el **valor equivalente de cada punto de medida**.

$L_{A,eq,n}$ → Es cada una de las cinco lecturas del nivel de ruido ponderado A tomadas en cada punto de medida.

N → Es el número total de medidas tomada en cada punto (5).

$$\bar{L}_{c,peak} = 10 \cdot \text{Log} \left(\sum_{n=1}^N \frac{10^{L_{c,peak,n}}}{N} \right) \quad \text{Ecuación (4.2)}$$

Donde:

$\bar{L}_{c,peak}$ → Es el **valor equivalente de cada punto de medida**.

$L_{c,peak,n}$ → Es cada una de las cinco lecturas del nivel de pico ponderado C tomadas en cada punto de medida.

N → Es el número total de medidas tomada en cada punto (5).

4.3.1 Zona de máquinas de costura.

En la zona de máquinas de costura, se realizan tareas relacionadas con respuntado de fundas de colchón y cosido de cremalleras para las fundas de los colchones. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la totalidad de la jornada laboral sentados trabajando con sus respectivas máquinas de costura.

La zona bajo estudio la componen 5 empleados con sus respectivas máquinas de costura. Cada máquina de costura está destinada a realizar una labor de costura. Cada puesto de trabajo se complementa con una pistola de aire comprimido, empleada para facilitar el enhebrado de la aguja y para limpiar la máquina.

4. Muestreo del nivel de ruido de la nave de SMATTEX S.A



En el momento del muestreo en la zona de máquinas de costura, los cinco empleados estaban en sus puestos de trabajo accionando sus respectivas máquinas de costura. En la zona de máquinas de costura se escogen 5 puntos de medida en lugares próximos a la posición del trabajador.

Figura 4: Muestreo zona de máquinas de costura



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C,peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C,peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

PUNTO DE MEDIDA 1				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	79,6	99,9	79,2	99,1
Lectura 2	80,3	98,7		
Lectura 3	79,4	99,3		
Lectura 4	78,5	97,8		
Lectura 5	78,1	99,4		

PUNTO DE MEDIDA 2				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	79,4	97,2	77,0	97,4
Lectura 2	75,7	95,6		
Lectura 3	75,1	98,5		
Lectura 4	77,5	96,1		
Lectura 5	76,1	98,7		

PUNTO DE MEDIDA 3				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	75,8	93,6	75,7	96,4
Lectura 2	76,0	96,9		
Lectura 3	75,4	95,8		
Lectura 4	75,9	95,6		
Lectura 5	75,7	98,6		

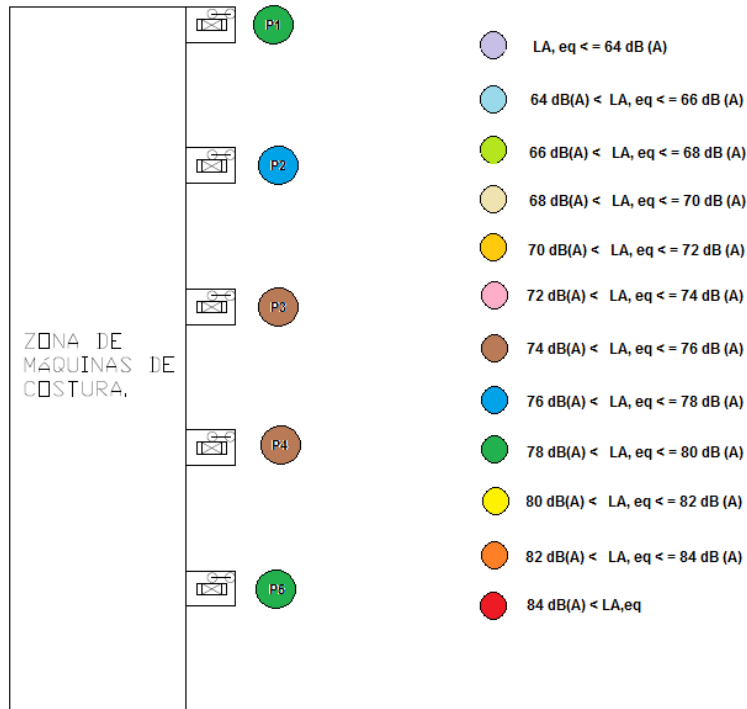
PUNTO DE MEDIDA 4				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	75,1	94,5	75,8	96,6
Lectura 2	75,8	97,0		
Lectura 3	75,8	96,4		
Lectura 4	76,3	96,8		
Lectura 5	76,0	97,9		

PUNTO DE MEDIDA 5				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	79,3	101,4	78,8	99,7
Lectura 2	78,3	98,9		
Lectura 3	78,4	99,3		
Lectura 4	78,6	99,2		
Lectura 5	79,2	99,4		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la lectura 1 del **punto de medida 1** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 2**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de máquinas de costura.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de máquinas de costura en códigos de colores, a partir del valor obtenido para cada punto de medida:

Figura 5: Muestreo zona de máquinas de costura en código de colores



4.3.2 Zona de corte de tela.

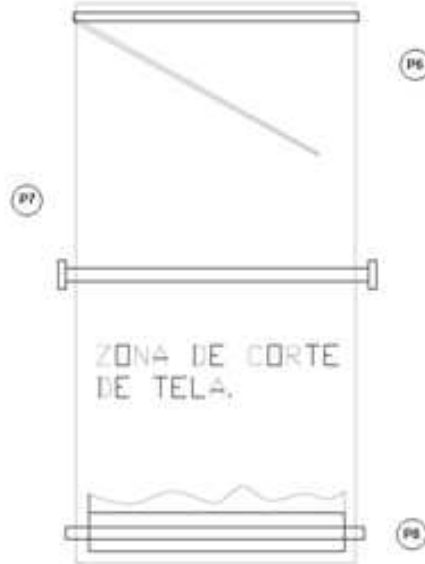
En la zona corte de tela, se realizan tareas relacionadas con el corte de la tela empleada en las fundas del colchón. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la mayor parte de la jornada laboral cambiando rollos de tela y retirando las piezas de tela una vez cortadas. En dicha zona el elemento susceptible de generar ruido es la máquina de corte de tela, sobre todo en el momento en que esta realiza desplazamiento para efectuar nuevos cortes de tela.

La zona bajo estudio la componen 2 empleados, uno de ellos se dedica a realizar tareas de soporte en los momentos de puesta de rollos en la máquina y retirada de tela, el otro es el encargado de manipular y gestionar el funcionamiento de la máquina de corte de tela.



En el momento del muestreo en la zona de corte de tela, los dos empleados estaban en sus puestos de trabajo y la máquina de corte de tela estaba en funcionamiento. En la zona de máquinas de corte de tela, se escogen tres puntos de medida en lugares próximos a la posición del trabajador.

Figura 6: Muestreo zona corte de tela



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C,peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C,peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

PUNTO DE MEDIDA 6				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	68,3	90,3	68,6	93,4
Lectura 2	68,4	92,5		
Lectura 3	68,5	92,7		
Lectura 4	68,3	92,9		
Lectura 5	69,4	96,3		

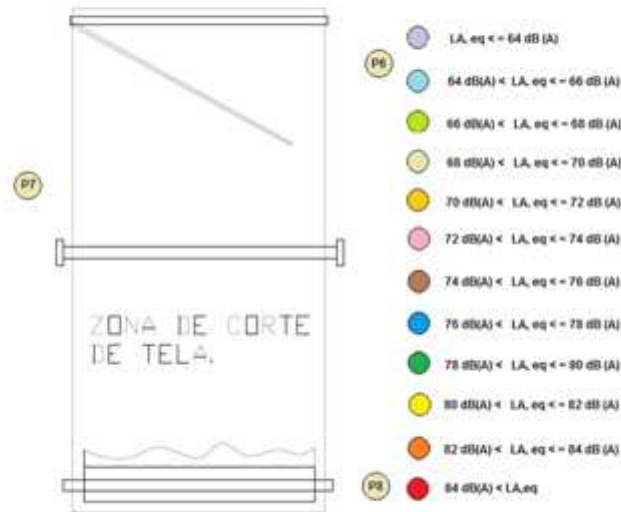
PUNTO DE MEDIDA 7				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	69,3	89,0	69,1	94,4
Lectura 2	69,1	94,7		
Lectura 3	69,9	95,2		
Lectura 4	68,7	94,7		
Lectura 5	68,4	95,5		

PUNTO DE MEDIDA 8				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	69,2	90,0	69,6	92,2
Lectura 2	69,8	92,9		
Lectura 3	69,3	91,2		
Lectura 4	69,9	94,1		
Lectura 5	69,6	91,7		

En el **Anexo A** podemos ver el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 6** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 7**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de corte de tela.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de máquinas de costura con códigos de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 7: Muestreo corte de tela en codiga de colores



4.3.3 Zona de acolchar.

En la zona acolchar se realizan tareas relacionadas con el bordado del diseño de las fundas de los cojones. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la de la jornada laboral realizando tareas de control y gestión de la máquina empleada para realizar el bordado y diseño de las fundas del colchón. En dicha zona el elemento susceptible de generar ruido es la máquina que realiza el bordado, sobre todo en el momento en que se realiza el bordado de la funda o el momento en que la máquina realiza desplazamientos.

La zona bajo estudio la compone un único empleado, cuyo trabajo consiste en controlar y manipular la máquina que efectúa el bordado de las fundas.



En el momento del muestreo en la zona acolchar, el trabajador de esta zona, estaba en su puesto de trabajo y la máquina de bordado estaba en funcionamiento. En la zona de acolchar, se escogen cuatro puntos de medida en lugares alrededor de la máquina, pues el empleado de esta zona se mueve indistintamente alrededor de la máquina.

Figura 8: Muestreo zona de acolchar



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C,peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C,peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

PUNTO DE MEDIDA 9				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	67,0	89,5	67,1	89,8
Lectura 2	67,5	87,9		
Lectura 3	66,9	87,6		
Lectura 4	67,5	93,3		
Lectura 5	66,7	87,5		

PUNTO DE MEDIDA 10				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	66,1	91,5	66,3	89,0
Lectura 2	67,6	90,1		
Lectura 3	65,7	86,9		
Lectura 4	65,8	86,2		
Lectura 5	66,0	87,8		

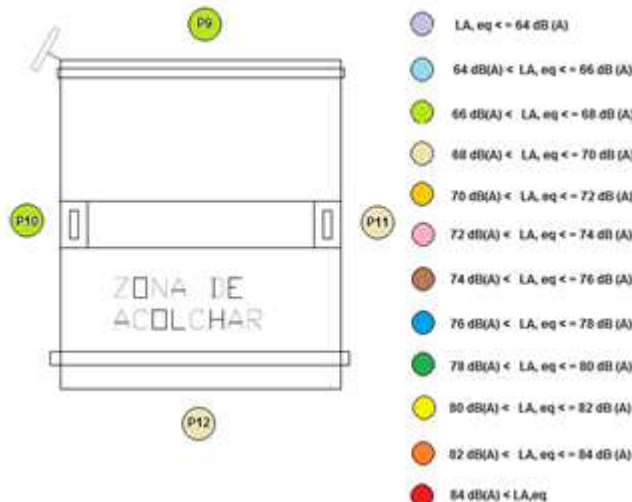
PUNTO DE MEDIDA 11				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	69,0	88,6	67,6	89,4
Lectura 2	66,2	86,5		
Lectura 3	66,8	91,7		
Lectura 4	67,9	88,2		
Lectura 5	67,8	90,0		

PUNTO DE MEDIDA 12				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	69,4	86,4	69,6	91,7
Lectura 2	69,6	91,6		
Lectura 3	69,8	94,0		
Lectura 4	69,5	91,9		
Lectura 5	69,6	91,8		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la **lectura 1 del punto de medida 11** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 12**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de acolchar.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de máquinas de costura con códigos de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 9: Muestreo zona de acolchar en código de colores



4.3.4 Zona de almohadas.

En la zona de almohadas se realizan tareas relacionadas con el cosido de fundas de almohadas y empaquetado / embalado de almohadas. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la mayor parte de la jornada laboral empaquetando / embalando las almohadas y ocasionalmente respuntan las fundas de las almohadas. En dicha zona los elementos susceptibles de generar ruido son las máquinas de costura empleadas para coser las fundas de las almohadas.

La zona bajo estudio presenta un único empleado, aunque ocasionalmente en momentos de volumen alto de trabajo puede haber 2.



En el momento del muestreo en la zona de almohadas, el trabajador de esta zona, estaba en su puesto de trabajo y las máquinas de costura estaban en funcionamiento. En la zona de almohadas se escogen cuatro puntos de medida en lugares próximos a las máquinas de costura, que son los puntos de la zona con un mayor riesgo de exposición al ruido.

Figura 10: Muestreo zona de almohadas



En cada punto de medida escogido, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C, peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C, peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

4. Muestreo del nivel de ruido de la nave de SMATTEX S.A

PUNTO DE MEDIDA 13				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	66,0	91,8	66,0	98,0
Lectura 2	65,8	91,5		
Lectura 3	66,4	94,9		
Lectura 4	66,4	104,0		
Lectura 5	65,3	89,0		

PUNTO DE MEDIDA 14				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	64,2	82,6	64,7	87,7
Lectura 2	64,8	85,3		
Lectura 3	65,1	90,0		
Lectura 4	64,5	85,5		
Lectura 5	64,8	90,4		

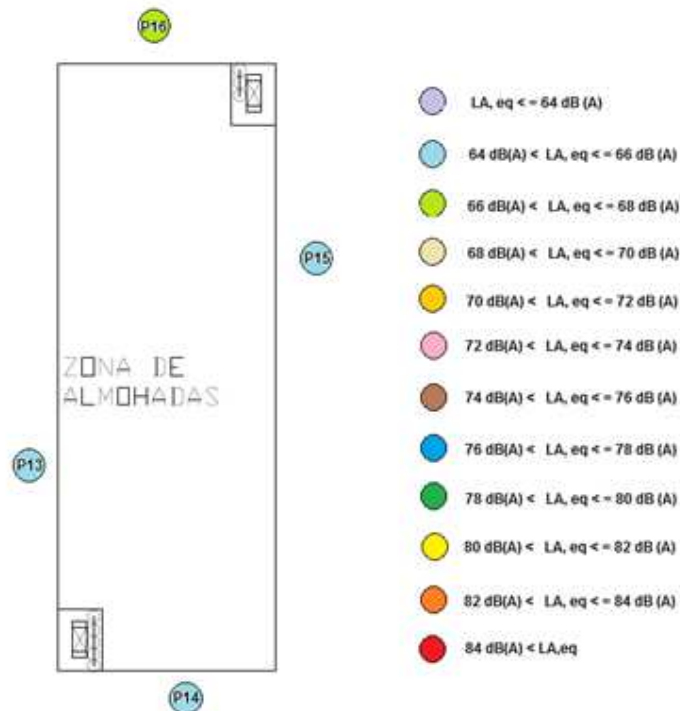
PUNTO DE MEDIDA 15				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	65,3	82,3	65,1	83,7
Lectura 2	65,2	82,3		
Lectura 3	65,0	81,8		
Lectura 4	65,0	82,8		
Lectura 5	65,3	87,0		

PUNTO DE MEDIDA 16				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	66,9	85,3	66,9	87,2
Lectura 2	66,7	83,9		
Lectura 3	67,0	85,9		
Lectura 4	66,4	86,6		
Lectura 5	67,6	90,9		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la **lectura 1 del punto de medida 13** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 14**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de almohadas.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de máquinas de costura con códigos de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 11: Muestreo zona de almohadas en código de colores



4.3.5 Zona de laminado de colchones.

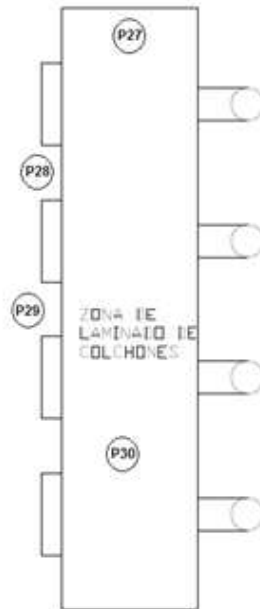
En la zona de laminado de colchones consiste en un encabinado donde se realizan tareas relacionadas con el pegado de las de las capas que forman cada modalidad de colchón. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la mayor parte de la jornada laboral colando y uniendo las láminas que forman cada modalidad de colchón. En dicha zona los elementos susceptibles de generar ruido son los filtros del encabinado y las pistolas empleadas para impregnar de resina (cola) las capas del colchón.

La zona bajo estudio presenta tres empleados que están en continuo movimiento por todo el encabinado.



En el momento del muestreo en la zona laminado de colchones los trabajadores de esta zona, estaban en sus puestos de trabajo y los filtros del encabinado estaban en funcionamiento. En la zona de laminado de colchones, se escogen cuatro puntos de medida distribuidos aleatoriamente por todo el encabinado, puesto que los empleados de esta área se mueven indistintamente por todo el encabinado.

Figura 12: Muestreo zona de laminado de colchones



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C,peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C,peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

PUNTO DE MEDIDA 27				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	76,0	97,8	75,7	96,7
Lectura 2	75,2	94,8		
Lectura 3	75,3	95,3		
Lectura 4	75,6	98,3		
Lectura 5	76,5	96,5		

PUNTO DE MEDIDA 28				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	75,9	98,3	76,0	97,5
Lectura 2	76,1	96,8		
Lectura 3	76,2	97,3		
Lectura 4	76,1	97,0		
Lectura 5	75,8	97,7		

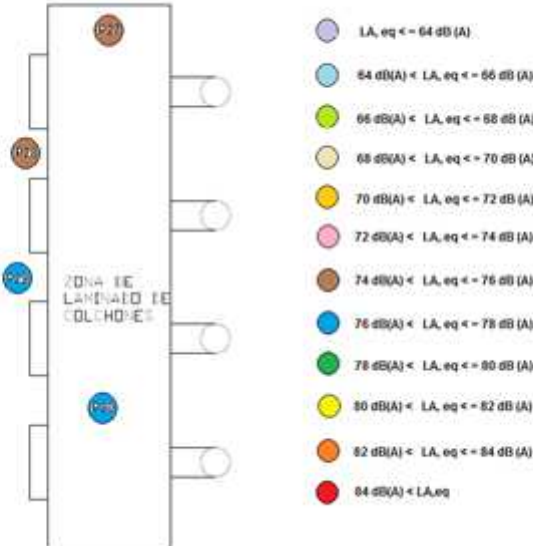
PUNTO DE MEDIDA 29				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	77,3	99,3	77,5	98,9
Lectura 2	77,3	97,3		
Lectura 3	77,6	100,0		
Lectura 4	77,7	98,8		
Lectura 5	77,7	98,5		

PUNTO DE MEDIDA 30				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	77,2	98,0	77,3	98,0
Lectura 2	77,1	99,4		
Lectura 3	77,6	96,1		
Lectura 4	77,4	97,7		
Lectura 5	77,4	98,1		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la **lectura 1 del punto de medida 27** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 28**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de laminado de colchones.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de laminado de colchones con códigos de colores de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 13: Muestreo zona de laminado de colchones en código de colores



4.3.6 Zona de corte de colchones.

En la zona de corte de colchones se realizan tareas relacionadas con el corte de colchones, para conseguir el tamaño de colchón deseado. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la mayor parte de la jornada laboral realizando tareas relacionadas con el corte de colchones, además de tareas de control de la máquina de corte. En dicha zona el elemento susceptible de generar ruido es la propia máquina empleada para efectuar los cortes. Es de destacar que la máquina consiste en un pequeño filo, encargado de realizar el corte.

La zona bajo estudio la compone un único empleado (en ocasiones puede haber dos empleados, para realizar tareas de soporte), cuyo trabajo consiste en efectuar los cortes y manipular la máquina de corte.



En el momento del muestreo en la zona laminado de colchones, los trabajadores de esta zona, estaban en sus puestos de trabajo y el filo empleado en el corte de colchones estaba en funcionamiento. En la zona de corte de colchones, se escogen tres puntos de medida en zonas próximas a la posición que ocupan los empleados de esta zona de trabajo.

Figura 14: Muestreo zona de corte de colchones



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C,peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C,peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

PUNTO DE MEDIDA 17				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	66,6	80,5	67,1	82,0
Lectura 2	67,6	83,2		
Lectura 3	67,2	81,1		
Lectura 4	66,5	79,7		
Lectura 5	67,4	84,0		

PUNTO DE MEDIDA 18				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	66,4	81,8	66,6	81,8
Lectura 2	66,7	80,7		
Lectura 3	66,7	83,7		
Lectura 4	67,2	82,9		
Lectura 5	65,8	77,5		

PUNTO DE MEDIDA 19				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	69,9	94,5	69,6	91,0
Lectura 2	69,2	92,5		
Lectura 3	69,7	86,5		
Lectura 4	69,6	88,5		
Lectura 5	69,7	87,0		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la **lectura 1 del punto de medida 19** y el espectro de la **lectura 2 del punto de medida 19**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de corte de colchones.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de corte de colchones con códigos de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 15: Muestreo zona de corte de colchones en código de colores



4.3.7 Zona de acabado de colchones.

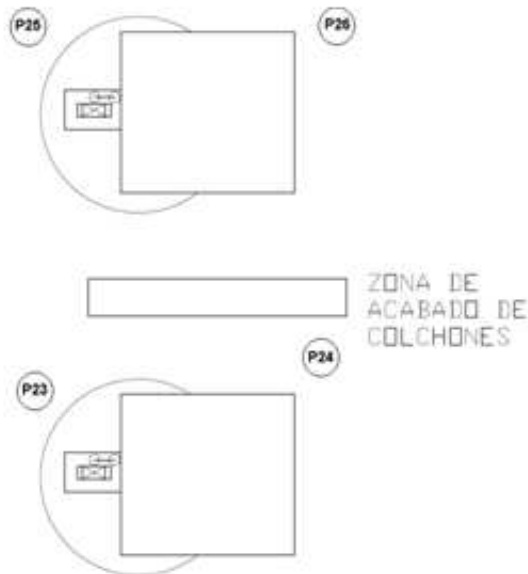
En la zona de acabado de colchones se realizan tareas relacionadas con el acabado del colchón. La labor fundamental es la de poner la funda al colchón, para posteriormente coser dicha funda. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la mayor parte de la jornada laboral realizando tareas relacionadas de pespunteado de la funda para conseguir el acabado del colchón, además de supervisar y controlar el funcionamiento de las máquinas de costura. En dicha zona el elemento susceptible de generar ruido es la propia máquina empleada para efectuar el cosido de la funda del colchón. Es de destacar que la máquina se sitúa sobre una plataforma rotatoria que facilita el cosido de las fundas

La zona bajo estudio la compone dos empleados, cuyo trabajo consiste en el pespunteado de las fundas.



En el momento del muestreo en la zona de acabado de colchones, los trabajadores de esta zona, estaban en sus puestos de trabajo y las máquinas de costura estaban en funcionamiento. En la zona de cosido de colchones, se escogen cuatro puntos de medida en zonas próximas a la posición que ocupan los empleados de esta zona de trabajo.

Figura 16: Muestreo zona de acabado de colchones



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C, peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C, peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

4. Muestreo del nivel de ruido de la nave de SMATTEX S.A

PUNTO DE MEDIDA 23				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	69,8	92,2	69,3	87,6
Lectura 2	69,2	86,9		
Lectura 3	69,5	86,6		
Lectura 4	68,9	81,5		
Lectura 5	68,7	79,4		

PUNTO DE MEDIDA 24				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	69,1	93,5	69,1	88,2
Lectura 2	69,4	84,5		
Lectura 3	69,0	82,2		
Lectura 4	68,7	83,7		
Lectura 5	69,3	85,3		

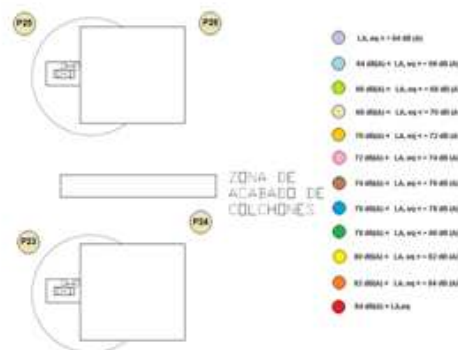
PUNTO DE MEDIDA 25				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	68,0	83,5	68,8	82,7
Lectura 2	69,8	83,7		
Lectura 3	68,6	80,1		
Lectura 4	68,4	82,3		
Lectura 5	69,0	83,1		

PUNTO DE MEDIDA 26				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peek
Lectura 1	69,7	83,5	69,0	84,6
Lectura 2	68,3	86,8		
Lectura 3	69,2	85,4		
Lectura 4	69,5	83,4		
Lectura 5	68,1	82,4		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la **lectura 1 del punto de medida 23** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 24**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de acabado de colchones.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de acabado de colchones con códigos de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 17: Muestreo zona de acabado de colchones en código de colores



4.3.8 Zona de enfundado y empaquetado de colchones.

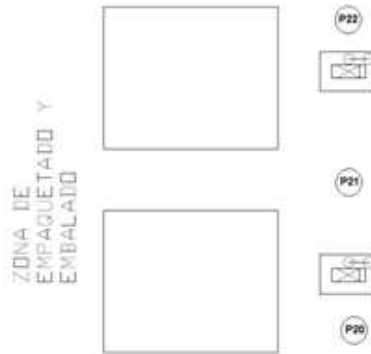
En la zona de enfundado y empaquetado de colchones, se realizan tareas relacionadas con el empaquetado del colchón, y esporádicamente se ponen y se cosen fundas de algunos tipos de colchones. La labor fundamental es la de empaquetar y embalar el colchón. Los empleados de esta zona de trabajo pasan la mayor parte de la jornada laboral realizando tareas relacionadas con el empaquetado y embalado de colchones y en ocasiones ponen las fundas del colchón y las respuntean, para conseguir el acabado del colchón. En dicha zona los elementos susceptibles de generar ruido, son dos máquinas de coser, empleadas para respuntear las fundas.

La zona bajo estudio la compone dos empleados, cuyo trabajo consiste en el respunteado de las fundas.



En el momento del muestreo en la zona de empaquetado y enfundado de colchones, los trabajadores de esta zona, estaban en sus puestos de trabajo y las máquinas de costura estaban en funcionamiento. En la zona de empaquetado y enfundado de colchones, se escogen tres puntos de medida en zonas próximas a la posición que ocupan los empleados de esta zona de trabajo.

Figura 18: Muestreo zona empaquetado y embalado



En cada punto de medida escogida, se realizan 5 lecturas del $L_{A,eq}$ y del $L_{C,peak}$ para obtener el $\bar{L}_{A,eq}$ (a partir de la **expresión 4.1**) y el $\bar{L}_{C,peak}$ (a partir de la **expresión 4.2**):

PUNTO DE MEDIDA 20				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	67,7	97,1	68,2	92,4
Lectura 2	68,6	84,0		
Lectura 3	69,0	90,6		
Lectura 4	67,5	90,5		
Lectura 5	68,1	89,9		

PUNTO DE MEDIDA 21				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	68,1	94,7	67,8	90,8
Lectura 2	68,2	88,8		
Lectura 3	67,7	90,4		
Lectura 4	67,7	87,7		
Lectura 5	67,4	87,5		

PUNTO DE MEDIDA 22				
	LA,eq,n	LC,peak	LA,eq	LC,peak
Lectura 1	68,4	86,5	68,1	84,8
Lectura 2	67,5	82,2		
Lectura 3	68,3	85,7		
Lectura 4	67,4	82,4		
Lectura 5	68,6	85,5		

En el **Anexo A** podemos ver los espectro de la **lectura 1 del punto de medida 20** y el espectro de la **lectura 1 del punto de medida 21**, lo que nos permite comprobar el contenido espectral de la zona de empaquetado y enfundado de colchones.

A continuación podemos ver el muestreo de la zona de empaquetado y enfundado de colchones con códigos de colores, a partir del valor obtenido en cada punto de medida:

Figura 19: Muestreo zona empaquetado y embalado en código de colores



CAPÍTULO 5: DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO DE LOS EMPLEADOS DE SMATTEX S.A.

5.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO. ETAPAS CRONOLÓGICAS.

En la determinación del ruido en el puesto de trabajo, seguir una metodología de trabajo proporciona información acerca de los empleados bajo a estudio y sobre todo facilita la selección de la estrategia de medida más adecuada.

La metodología de trabajo para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo, consiste en cuatro etapas: análisis del trabajo, selección de la estrategia de medición, mediciones, cálculo de incertidumbre.

5.1.1 Análisis de trabajo.

El análisis de trabajo debe de proporcionar suficiente información sobre el trabajo y los empleados sometidos a la evaluación, de manera que se pueda escoger la estrategia de medición más adecuada. Por lo tanto el análisis de trabajo se considera una de las etapas más importantes para la determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo.

El análisis de trabajo debe de contener la siguiente información, para una correcta determinación de la exposición al ruido en el puesto de trabajo:

- Describir las actividades de la empresa y las funciones de los trabajadores incluidos en el estudio.
- Definir grupos de exposición homogéneos (si procede). Se trata de grupos de trabajadores que están realizando el mismo trabajo y por lo tanto expuestos a similares exposiciones de ruido durante la jornada laboral.
- Determinar una o varias jornadas nominales (si procede) para cada trabajador o grupos de exposición homogéneos. La jornada nominal comprende los periodos trabajo y la pausas.
- Identificar las tareas que constituyen las funciones (si procede).
- Identificar los posibles eventos de ruido significativos.
- Elegir la estrategia de medición
- Establecer el plan de medición, en función de la estrategia de medición escogida para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo.

5.1.2 Selección de la estrategia de medición.

Para la determinación al ruido en el puesto de trabajo, se debe de escoger entre una medición basada en la tarea, una medición basada en la función o una medición de una jornada completa. No es estrictamente necesario ceñirse a una única estrategia de medición, si no que cabe la posibilidad de combinar varias estrategias de medición.

La selección de una estrategia de medición adecuada depende de varios factores, tales como el objetivo de las mediciones, la complejidad de la situación del trabajo, el número de trabajadores implicados, la duración efectiva de la jornada laboral, el tiempo disponible para la medición y el análisis y la cantidad de información requerida. Como ya hemos visto, para la determinación de la exposición al ruido en el lugar de trabajo, tenemos tres estrategias posibles: medición basada en la tarea, medición basada en la función y medición basada en la jornada completa.

En el **Anexo D**, se presenta una guía para facilitar la selección de la estrategia de medición.

5.1.3 Mediciones.

El parámetro a medir será $L_{p,A,eqT}$, siendo muy recomendable, medir también el $L_{p,Cpico}$.

Las mediciones se deben de planificar para garantizar que todos los eventos de ruido significativos estén incluidos en la medición. Para cada uno de los eventos, se debe de registrar,

cuando se producen, su naturaleza, duración y frecuencia diaria (en el **Anexo E**, se muestra un ejemplo de lista de control para garantizar la detección de los eventos de ruido significativos durante el análisis del trabajo).

En algunos casos puede que el trabajo varíe de una jornada laboral a otra, lo que provoca que no haya una exposición al ruido tipo, sino que esta varía de una jornada laboral a otra en función del puesto de trabajo que se ocupe durante la jornada laboral. Para estos casos, la jornada nominal se puede definir a partir de las situaciones de trabajo durante varios días (por ejemplo, una semana).

5.1.4 Evaluación del nivel de exposición al ruido y cálculo de incertidumbre.

Una vez finalizadas las mediciones, el siguiente paso consiste en calcular el $L_{ex,8h}$ y la incertidumbre de medición en función de la estrategia de medición seleccionada.

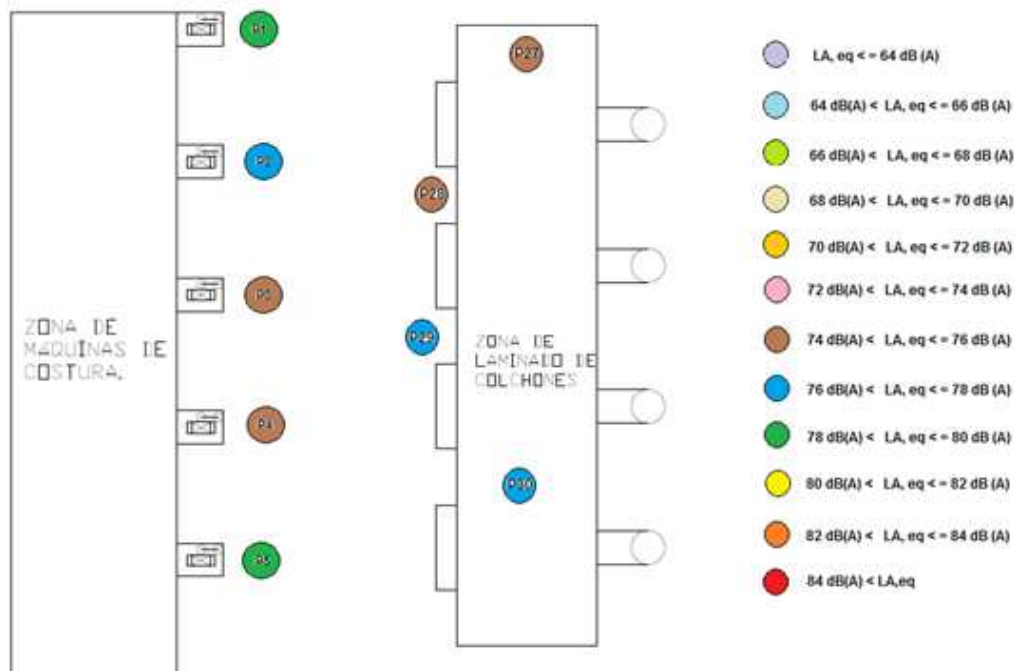
5.2 DETERMINACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL RUIDO DE LOS EMPLADOS DE SMATTEX S.A.

En **SMATTEX S.A** los trabajos se desempeñan en la modalidad cadena de fabricación, por lo que la nave está distribuida en varios zonas de trabajo (ocho zonas de trabajo bien diferenciadas). A lo largo del capítulo anterior, se ha realizado un muestreo del nivel de ruido de la nave de **SMATTEX S.A** que nos ha permitido conocer, de forma aproximada, los niveles de ruido en cada una de las zonas de trabajo.

A partir de los resultados obtenidos del muestreo, podemos afirmar, que en la mayoría de los puestos de trabajo de **SMATTEX S.A** (zona de corte de tela, zona de acolchar, zona de acochar, zona de almohadas, zona de corte de colchones, zona de cosido de colchones, zona de enfundado y empaquetado de colchones), no existe un elevado riesgo de exposición al ruido, ya que no se superan los 70 dB(A).

En cambio a la vista del siguiente croquis, podemos comprobar que durante el muestreo en la **zona de máquinas de costura y la zona de laminado de colchones**, se detectaron niveles de ruido mayores, por lo que **se decide evaluar el nivel de exposición al ruido en el trabajo en estas zonas**, ya que sus trabajadores están expuestos a un nivel mayor de ruido.

Figura 20: Muestreo zona de máquinas de costura y zona de laminado de colchones en código de colores



5.2.1 Exposición al ruido en la zona de máquinas de costura.

A. Análisis del trabajo.

Los empleados que trabajan en la zona de máquinas de costura realizan el mismo trabajo durante la totalidad de la jornada laboral: respuntar las fundas del colchón y coser cremalleras a las fundas del colchón para unir fundas de colchón. Además de las funciones principales anteriormente mencionadas, los empleados de la zona de máquinas de costura realizan tareas relacionadas con el mantenimiento y limpieza de sus máquinas de costura y limpieza de sus puestos de trabajo. No se han detectado distinciones del nivel de exposición al ruido entre las tareas realizadas durante el análisis de trabajo pues las condiciones de exposición al ruido son similares de una tarea a la otra.

Los trabajadores de la zona de máquinas de costura se pueden considerar un grupo de exposición homogéneo al ruido que consta de cinco empleados. La duración efectiva de la jornada laboral de este grupo de exposición homogéneo al ruido es de 7 horas y 45 minutos.

B. Selección de la estrategia de medición.

A partir del análisis de trabajo para este grupo de trabajo exposición al ruido homogéneo de cinco trabajadores, se desprende que no es fácil realizar un análisis detallado de las tareas, sobre todo porque no se puede determinar con exactitud la duración efectiva de cada una de las tareas que desempeñan los empleados de la zona de máquinas de costura. Por lo tanto se concluye que la estrategia de medición más adecuada para determinar la exposición al ruido en el trabajo en la zona de máquinas de costura, es la **medición basada en la función**.

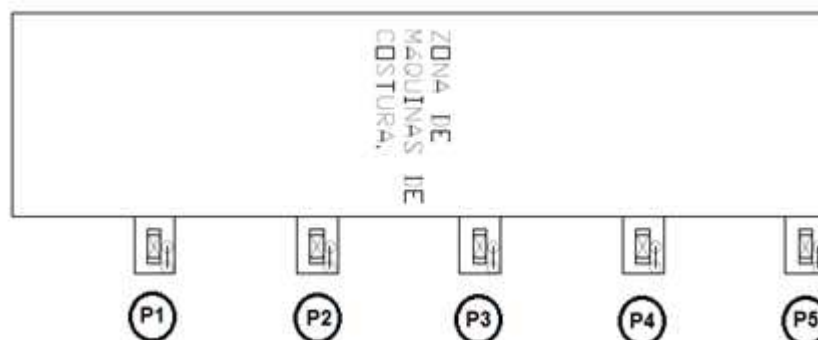
C. Mediciones.

Para una estrategia de medición basada en la función, el plan de medición se basa en las siguientes especificaciones.

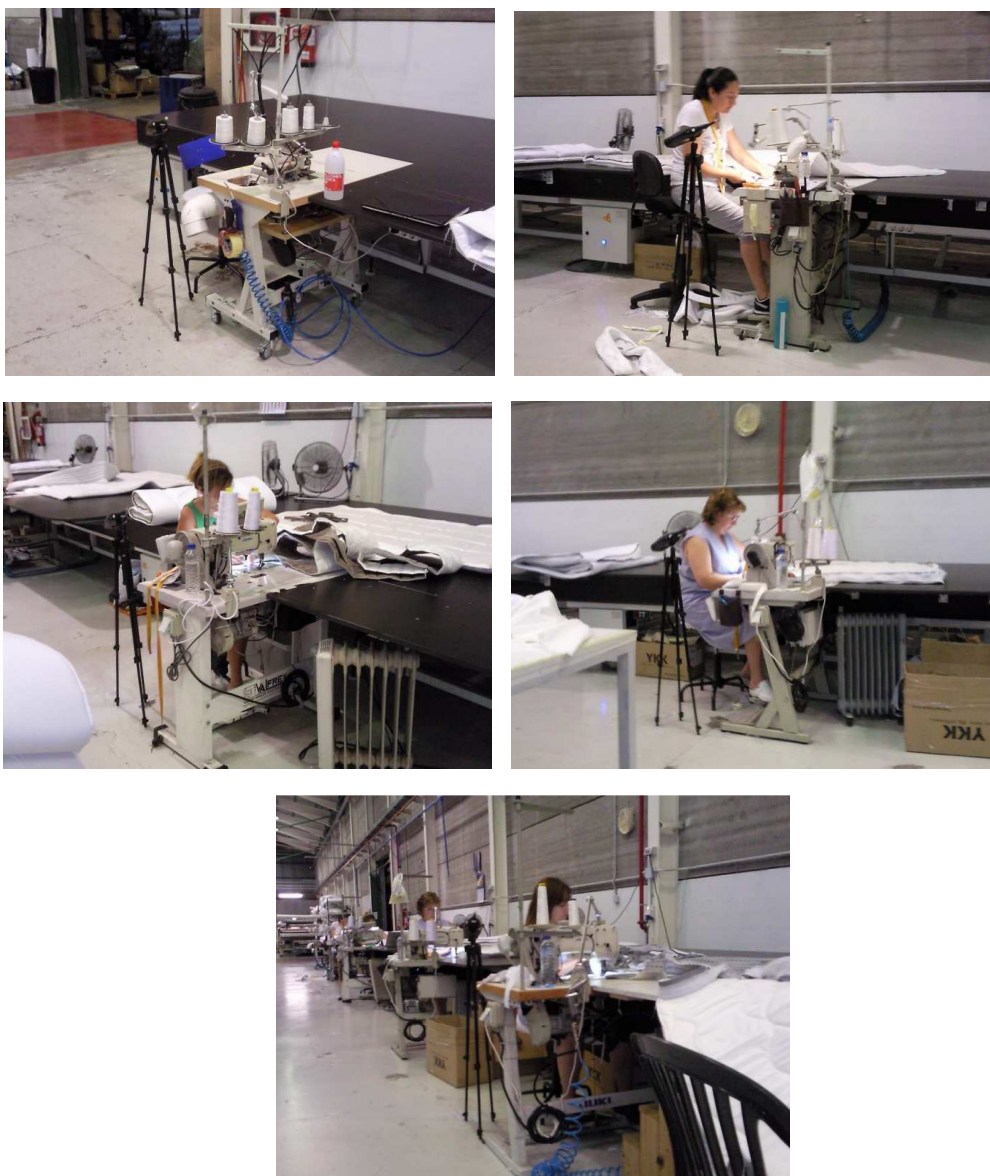
- La duración mínima de las mediciones para una estrategia de medición basada en la función la establece la *tabla 1* (capítulo 3), a partir del número de empleados presentes en la zona bajo a estudio: Por tanto para un grupo de cinco empleados, **la duración mínima** de las mediciones es de **5 horas**.
- Se requieren un mínimo de cinco muestras de nivel de ruido de la misma duración: por tanto, se decide realizar 5 mediciones de 1 hora de duración (5 mediciones de una hora de duración → 5 horas de medición).

Las mediciones se distribuyen entre los cinco empleados de la zona de máquinas de costura. Es de destacar que los empleados de la zona bajo a estudio, permanecen sentados desempeñando sus labores durante la jornada laboral, por lo que el micro se sitúa a 0,8 m del suelo aproximadamente y lo más cerca posible de la posición del empleado.

Figura 21: Puntos de medida zona máquinas de costura



5. Determinación de la exposición al ruido de los empleados de SMATTEX S.A



La distribución de las mediciones para este grupo de exposición homogéneo al ruido, se realiza en tres días distintos, del siguiente modo:

- DÍA 1. Viernes 26 de julio de 12:55 a 13:55 horas.
- DÍA 2. Lunes 29 de julio de 11:25 a 14:50 horas
- DÍA 3. Martes 30 de julio de 9:15 a 10:15 horas.

Los valores obtenidos de $L_{p,A,eqT,n}$ y $L_{C, peak}$ en cada una de las mediciones son:

Punto de medida	$L_{p,A,eq,T}$	$L_{C, peak}$
Punto 1	75,1	111,3
Punto 2	75,0	104,5
Punto 3	76,9	104,9
Punto 4	76,7	109,3
Punto 5	75,3	103,7

En el **anexo B**, podemos ver el contenido espectral de cada una de las lecturas.

D. Evaluación del nivel de exposición al ruido y cálculo de incertidumbre.

Para el cálculo del **nivel de exposición al ruido durante la jornada laboral** basta con aplicar la **ecuación (3.8)**:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqTe} + 10 \cdot \log\left(\frac{T_e}{T_0}\right)$$

Por lo tanto, $L_{p,A,eqTe}$ según la **ecuación (3.7)** será:

$$L_{p,A,eqTe} = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,A,eqT,n}}{10}}\right) = 75,9dB$$

Ahora ya podemos calcular el **nivel de exposición al ruido durante la jornada laboral**, que será:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqTe} + 10 \cdot \log\left(\frac{T_e}{T_0}\right) = 75,7dB$$

En el **anexo C**, podemos ver el contenido espectral tanto del $L_{p,A,eqTe}$, como del $L_{EX,8h}$.

A continuación vamos a calcular la **incertidumbre expandida (U)** asociada a las lecturas correspondientes a la zona de máquinas de costura. Para ello vamos a emplear la **ecuación (3.10)**:

$$U = k \cdot u$$

Para calcular la incertidumbre típica combinada calculada podemos emplear la **ecuación (3.20)**:

$$u^2(L_{EX,8h}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2$$

Para el cálculo de la **incertidumbre típica asociada al muestreo de los niveles de ruido**, podemos emplear la **ecuación (3.21)**.

$$u_1^2 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p,A,eqT,n} - \bar{L}_{p,A,eqT})^2 \right]} = 0,9dB$$

La **contribución a la incertidumbre debida al muestreo del nivel de ruido** (valor tomado de la *tabla 2* para $N = 5$ y $u_1 = 0,9$):

$$c_1 u_1 = 0,7dB$$

Como hemos visto en el capítulo 3, tanto el **coeficiente de sensibilidad asociado a la instrumentación** empleada en la medición (c_2), como el **coeficiente de sensibilidad asociado a la posición imperfecta del equipo de medida**, son valores tabulados de valor 1, por tanto:

$$c_2 = c_3 = 1$$

La **incertidumbre asociada a la instrumentación** (u_2), se obtiene a partir de la *tabla 3*, vista en el capítulo 3, en función de la clase del equipo empleado en la medición. Para nuestro caso, en la medición se ha empleado el sonómetro **Brüel & Kjaer** modelo **2250**, que es un sonómetro promediador integrador **clase 1**, por lo que según la *tabla 3* la incertidumbre asociada a la instrumentación será:

$$u_2 = 0,7dB$$

La **incertidumbre típica asociada a la posición imperfecta de medida** (u_3), como hemos visto en el capítulo 3, es un valor tabulado de valor:

$$u_3 = 1dB$$

Por tanto, la **incertidumbre típica combinada** (u), para las mediciones realizadas en la zona de máquinas de costura será:

$$u(L_{EX,8h}) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 1,4dB$$

Por último, tan solo nos queda calcular la **incertidumbre expandida** (U), de las mediciones realizadas en la zona de máquinas de costura:

$$U = k \cdot u = 2,4dB$$

Los cinco empleados del grupo de exposición homogéneo de la zona de máquinas de costura, reciben un **nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 75,7 dB(A)** con una **incertidumbre expandida de 2,4 dB**, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95 % ($k = 1,7$).

5.2.2 Exposición al ruido en la zona de laminado de colchones.

A. Análisis del trabajo.

Los empleados que trabajan en la zona de laminado de colchones pasan la totalidad de la jornada laboral pegando cada una de las capas que forman cada modalidad de colchón. Además de pegar las distintas capas de colchón, los empleados de la zona de laminado de colchones realizan tareas relacionadas con el mantenimiento y limpieza de filtros del encabinado. No se han detectado distinciones en el nivel de exposición al ruido entre las tareas realizadas durante el análisis de trabajo, pues: las condiciones de exposición al ruido son similares de una tarea a la otra.

Los trabajadores de la zona laminado de colchones se pueden considerar un grupo de exposición homogéneo al ruido que consta de tres empleados. La duración efectiva de la jornada laboral de este grupo de exposición homogéneo al ruido es de 7 horas y 45 minutos.

B. Selección de la estrategia de medición.

A partir del análisis de trabajo para este grupo de trabajo exposición al ruido homogéneo de tres trabajadores, se desprende que no es fácil realizar un análisis detallado de las tareas, sobre todo porque no se puede determinar con exactitud la duración efectiva de cada una de las tareas que desempeñan los empleados de la zona de laminado de colchones. Por lo tanto se concluye, que la estrategia de medición más adecuada para determinar la exposición al ruido en el trabajo en la zona de laminado de colchones, es la **medición basada en la función**.

C. Mediciones.

Para una estrategia de medición basada en la función, el plan de medición se basa en las siguientes especificaciones.

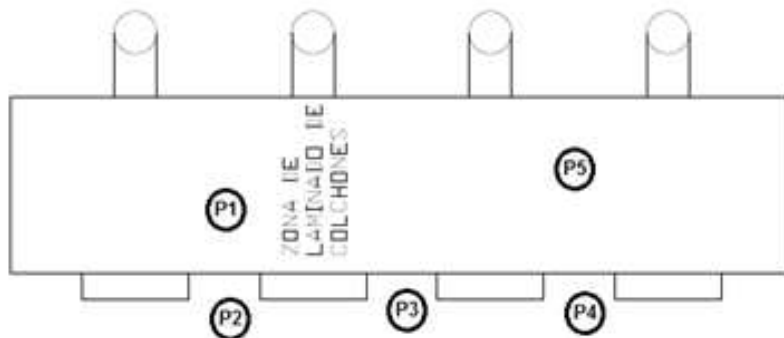
- La duración total de las mediciones para una estrategia de medición basada en la función la establece la *tabla 1* (capítulo 3), a partir del número de empleados presentes en la zona bajo a estudio: Por tanto para un grupo de tres empleados, la **duración mínima** de las mediciones es de **5 horas**.

5. Determinación de la exposición al ruido de los empleados de SMATTEX S.A

- Se requieren un mínimo de cinco muestras de nivel de ruido de la misma duración: por tanto, se decide realizar 5 mediciones de 1 hora de duración (5 mediciones de una hora de duración → 5 horas de medición).

Las mediciones se distribuyen por todo el encabinado de la zona de laminado de colchones, pues los empleados de esta zona se mueven indistintamente por todo el encabinado. Es de destacar que los empleados de la zona bajo a estudio, permanecen de pie, moviéndose por el interior del encabinado durante la jornada laboral, por lo que el micro se sitúa a 1,5 m del suelo aproximadamente, en cinco puntos del interior del encabinado.

Figura 22: Puntos de medida zona de laminado de colchones





La distribución de las mediciones para este grupo de exposición homogéneo al ruido, se realiza en tres días distintos, del siguiente modo:

- DÍA 1. Viernes 26 de julio de 10:45 a 13:00 horas.
- DÍA 2. Lunes 29 de julio de 08:00 a 10:15 horas.
- DÍA 3. Martes 30 de julio de 08:10 a 09:10 horas.

Los valores obtenidos de $L_{p,A,eqT,n}$ y $L_{C, peak}$ en cada una de las mediciones son:

Punto de medida	$L_{p,A,eqT}$	$L_{C, peak}$
Punto 1	77,2	105,5
Punto 2	76,4	108,6
Punto 3	77,4	117,9
Punto 4	77,3	109,8
Punto 5	76,8	107,2

En el **anexo B**, podemos ver el contenido espectral de cada una de las lecturas.

D. Evaluación del nivel de exposición al ruido y cálculo de incertidumbre.

Para el cálculo del **nivel de exposición al ruido durante la jornada laboral** basta con aplicar la **ecuación (3.8)**:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqTe} + 10 \cdot \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right)$$

Por lo tanto, $L_{p,A,eqTe}$ según la **ecuación (3.7)** será:

$$L_{p,A,eqTe} = 10 \cdot \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{p,A,eqT,n}}{10}} \right) = 77,0dB$$

Ahora ya podemos calcular el **nivel de exposición al ruido durante la jornada laboral**, que será:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqTe} + 10 \cdot \log \left(\frac{T_e}{T_0} \right) = 76,9dB$$

En el **anexo C**, podemos ver el contenido espectral tanto del $L_{p,A,eqTe}$, como del $L_{EX,8h}$.

A continuación vamos a calcular la **incertidumbre expandida (U)** asociada a las lecturas correspondientes a la zona de laminado de colchones. Para ello vamos a emplear la **ecuación (3.10)**:

$$U = k \bullet u$$

Para calcular la incertidumbre típica combinada calculada podemos emplear la **ecuación (3.20)**:

$$u^2(L_{EX,8h}) = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2$$

Para el cálculo de la **incertidumbre típica asociada al muestreo de los niveles de ruido**, podemos emplear la **ecuación (3.21)**.

$$u_1^2 = \sqrt{\frac{1}{(N-1)} \left[\sum_{n=1}^N (L_{p,A,eqT,n} - \bar{L}_{p,A,eqT})^2 \right]} = 0,4dB$$

La **contribución a la incertidumbre debida al muestreo del nivel de ruido** (valor tomado de la *tabla 2* para N = 5 y u₁ = 0,4):

Por tanto la incertidumbre debida al muestreo del nivel de ruido, será:

$$c_1 u_1 = 0,3dB$$

Como hemos visto en el capítulo 3, tanto el **coeficiente de sensibilidad asociado a la instrumentación** empleada en la medición (c₂), como el **coeficiente de sensibilidad asociado a la posición imperfecta del equipo de medida** (c₃), son valores tabulados de valor 1, por tanto:

$$c_2 = c_3 = 1$$

La **incertidumbre asociada a la instrumentación** (u₂), se obtiene a partir de la *tabla 3*, vista en el capítulo 3, en función de la clase del equipo de medida empleado en la medición. Para nuestro caso, en la medición se ha empleado el sonómetro **Brüel & Kjaer** modelo **2250**, que es un sonómetro promediador integrador **clase 1**, por lo que según la *tabla 3* la incertidumbre asociada a la instrumentación será:

$$u_2 = 0,7dB$$

La **incertidumbre típica asociada a la posición imperfecta de medida** (u₃), como hemos visto en el capítulo 3, es un valor tabulado de valor:

$$u_3 = 1dB$$

Por tanto, la **incertidumbre típica combinada** (u), para las mediciones realizadas en la zona de laminado de colchones será:

$$u(L_{EX,8h}) = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2} = 1,3dB$$

Por último, tan solo nos queda calcular la **incertidumbre expandida (U)**, de las mediciones realizadas en la zona de laminado de colchones:

$$U = k \bullet u = 2,1dB$$

5. Determinación de la exposición al ruido de los empleados de SMATTEX S.A

Los tres empleados del grupo de exposición homogéneo de la zona de laminado de colchones, reciben **un nivel de exposición al ruido diario ponderado A de 76,9 dB(A)** con una **incertidumbre expandida de 2,1 dB**, para una probabilidad de cobertura unilateral del 95 % ($k = 1,7$).

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

Como hemos visto a lo largo de la memoria, los trabajos en **SMATTEX S.A** se desarrollan en la modalidad “*cadena de fabricación*” con ocho puestos de trabajo bien diferenciados. A lo largo del *Capítulo 4* se ha desarrollado un muestreo del nivel de ruido en cada una de las áreas de trabajo de la empresa, en el que se escogen 30 puntos de medida alrededor de los puestos de trabajo, obteniendo los siguientes resultados:

- El 10 % de los puntos evaluados está entre 64 y 66 dB(A).
- El 23,3 % de los puntos evaluados está entre 66 y 68 dB(A).
- El 36,7 % de los puntos evaluados está entre 68 y 70 dB(A).
- El 10 % de los puntos evaluados está entre 74 y 76 dB(A).
- El 13,3 % de los puntos evaluados está entre 76 y 78 dB(A).
- El 6,7 % de los puntos evaluados está entre 78 y 80 dB(A).

A la vista de los resultados obtenidos podemos decir que el 70 % de los puntos evaluados no son zonas de una elevada exposición al ruido, pues no se superan los 70 dB(A) de nivel de presión sonora. Mención a parte merecen el resto de puntos evaluados durante el muestreo, pues en estos puntos de medida se detectaron niveles de presión sonora superiores a los 75 dB(A), por la que se decidió evaluar el nivel de exposición sonora, de dichos puestos de trabajo durante la jornada laboral.

Las zonas de trabajo de mayor exposición al ruido, y por tanto áreas a evaluar, son la **zona de máquinas de costura** y la **zona de laminado de colchones**. Si nos fijamos en los resultados obtenidos en el *capítulo 5* (zona de máquinas de costura: $L_{EX,8h} = 75,7$ dB(A); zona de laminado de colchones: $L_{EX,8h} = 76,9$ dB(A)), tanto para la zona de máquinas de costura, como para la zona de laminado de colchones, no se superan los 80 dB(A) de nivel de exposición sonora durante la jornada laboral.

Por tanto según el **RD 286/ 2006** sobre **la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido**, no es necesario someterse a ningún plan de actuación en materia de ruido. Aunque según el **Real Decreto 286/ 2006**, no es necesario tomar medidas en materia de ruido, si que es aconsejable facilitar protectores auditivos a los empleados de la zona de máquinas de costura ya que el ruido de esta área de trabajo es de tipo variable, y en el momento en que se acciona la máquina de costura, se produce un incremento del nivel de presión sonora, que en ocasiones está por encima de los 80 dB(A).

BIBLIOGRAFÍA

[1] AENOR (2009), *Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería* (ISO 9612:2009).

[2] Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.

REF:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf.

[3] Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

REF:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/286_2006/PDFs/realdecreto2862006de10demarzosobrelaprotecciondelasal.pdf.

[4] Guía: como evaluar los riesgos de la exposición al ruido.

REF:

http://www.areacontract.com/html/es/prl/guias/Guia_UNEX1.pdf.

[5] Aplicación del RD 286/2006 sobre ruido.

REF:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Folletos/Medicina/port.%20ruido_Maquetaci%C3%B3n%202.pdf.

[6] Harris C. Manual de medidas acústicas y control de ruido. Ed: Mc Graw Hill.1995.

[7] Cowan. J. P. Handbook for environmental acoustics. 1993.

[8] Etxebeste Ansa, M. (2004). Evaluación de los niveles de ruido en la central frutícola Frutas Gragón S.L. Proyecto final de carrera. Gandía: Escuela Politécnica Superior de Gandía.

ANEXOS

ANEXO A:
ESPECTROS LECTURAS MUESTREO

A.1 ESPECTRO MUESTREO ZONA DE MÁQUINAS DE COSTURA

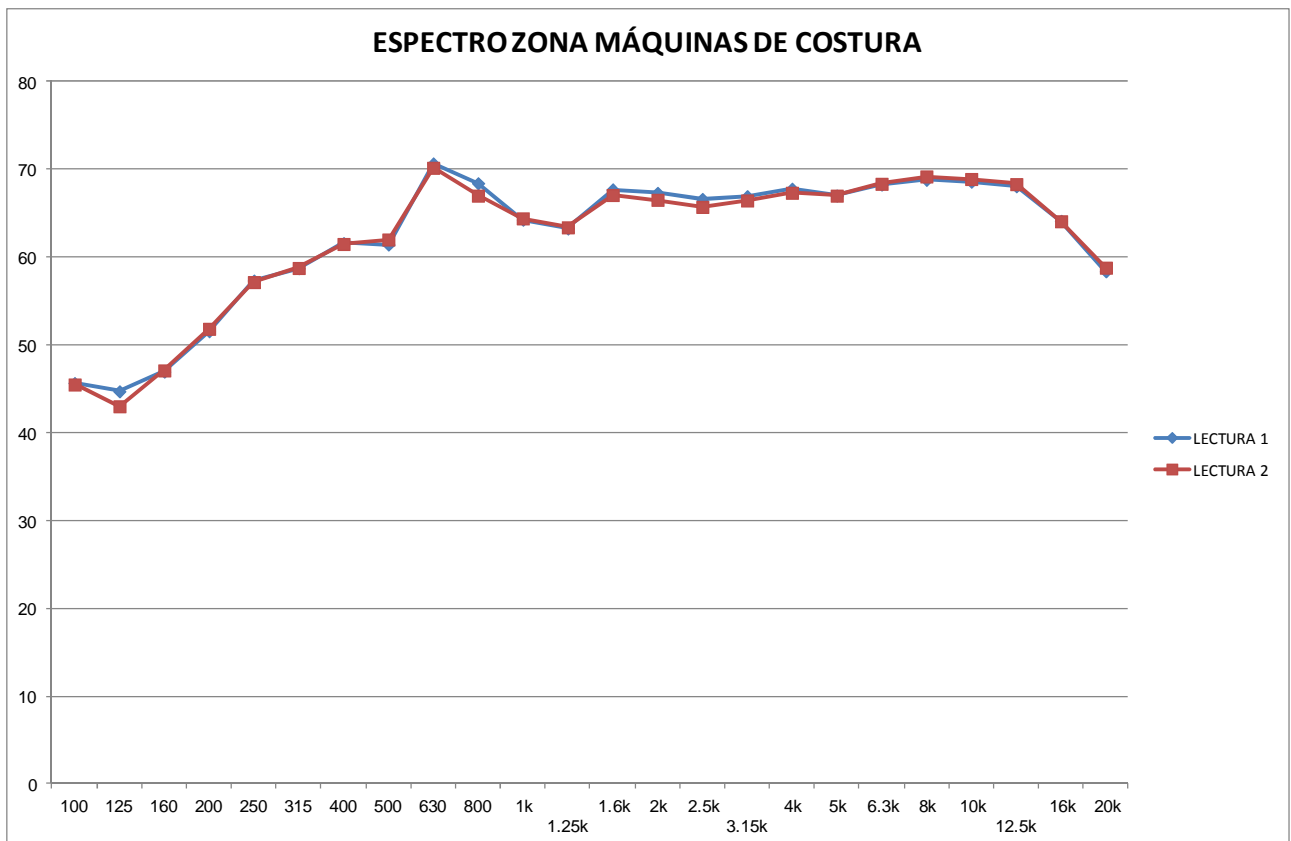
ESPECTRO ZONA MÁQUINAS DE COSTURA

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	45,68
125	44,72
160	46,97
200	51,57
250	57,34
315	58,74
400	61,61
500	61,44
630	70,68
800	68,42
1k	64,27
1.25k	63,28
1.6k	67,72
2k	67,34
2.5k	66,64
3.15k	66,95
4k	67,81
5k	67,02
6.3k	68,28
8k	68,82
10k	68,58
12.5k	68,07
16k	64,14
20k	58,4

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	45,49
125	43
160	47,1
200	51,85
250	57,15
315	58,78
400	61,52
500	62
630	70,19
800	67,02
1k	64,43
1.25k	63,42
1.6k	67,07
2k	66,53
2.5k	65,72
3.15k	66,45
4k	67,33
5k	67,02
6.3k	68,36
8k	69,2
10k	68,9
12.5k	68,34
16k	64,08
20k	58,79



A.2 ESPECTRO MUESTREO ZONA CORTE DE TELA

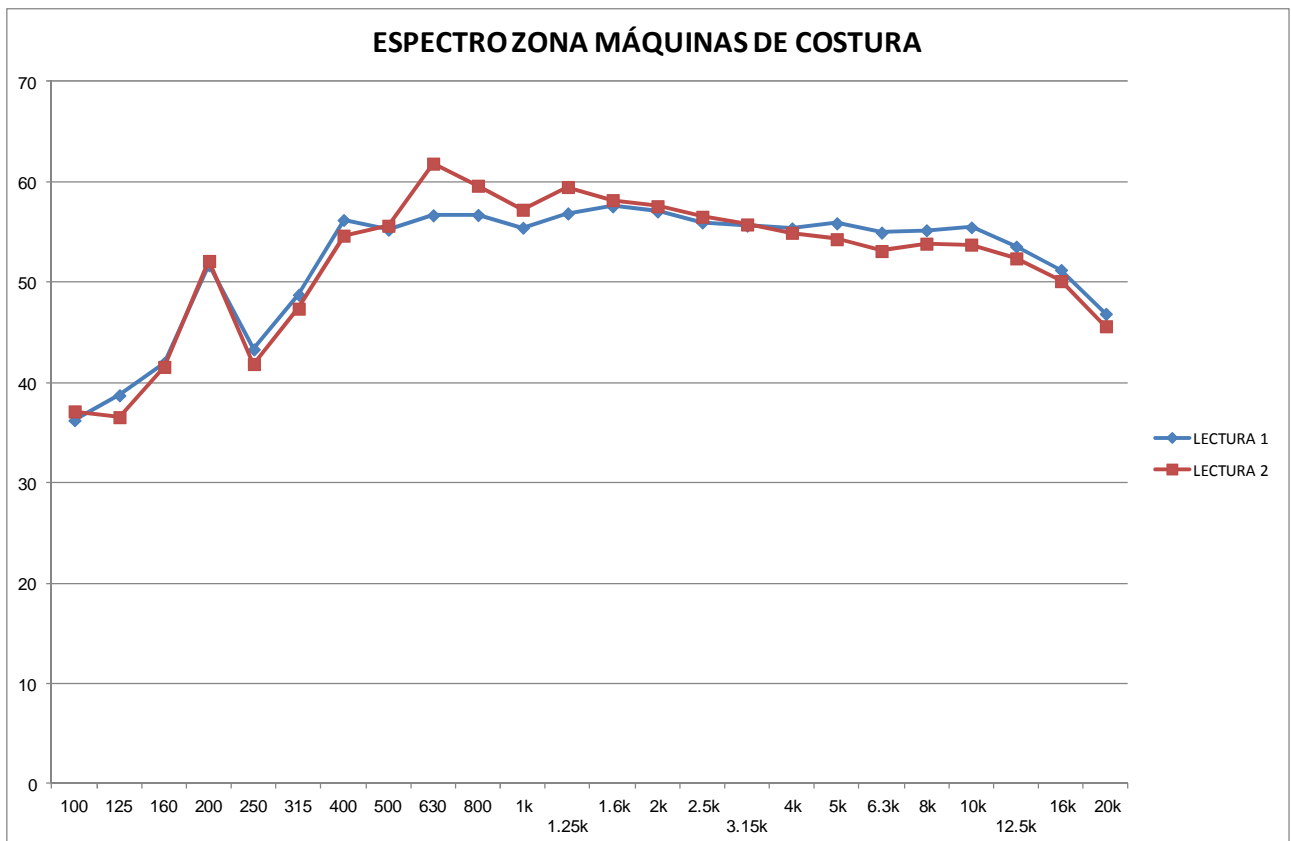
ESPECTRO ZONA CORTE DE TELA

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	36,24
125	38,73
160	41,97
200	51,69
250	43,31
315	48,76
400	56,21
500	55,25
630	56,68
800	56,71
1k	55,44
1.25k	56,86
1.6k	57,57
2k	57,07
2.5k	55,97
3.15k	55,64
4k	55,37
5k	55,88
6.3k	54,95
8k	55,19
10k	55,48
12.5k	53,56
16k	51,23
20k	46,85

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	37,12
125	36,54
160	41,57
200	52,13
250	41,85
315	47,36
400	54,64
500	55,63
630	61,83
800	59,64
1k	57,24
1.25k	59,5
1.6k	58,2
2k	57,58
2.5k	56,54
3.15k	55,77
4k	54,93
5k	54,31
6.3k	53,13
8k	53,86
10k	53,75
12.5k	52,37
16k	50,11
20k	45,61



A.3 ESPECTREO MUESTREO ZONA DE ACOLCHAR

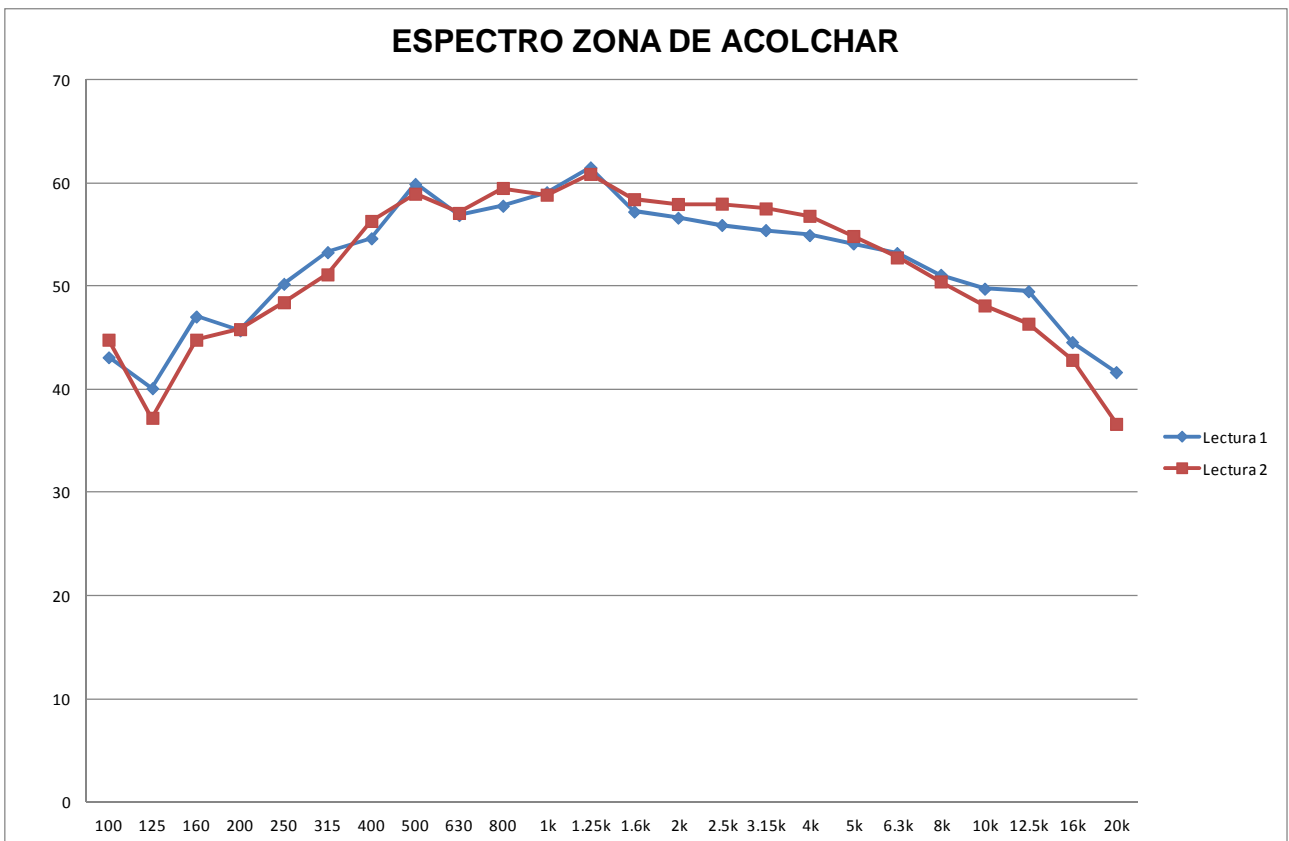
ESPECTRO ZONA ACOLCHAR

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	43,1
125	40,1
160	47,04
200	45,7
250	50,21
315	53,28
400	54,63
500	59,89
630	56,87
800	57,78
1k	59,08
1.25k	61,5
1.6k	57,22
2k	56,62
2.5k	55,91
3.15k	55,42
4k	54,94
5k	54,13
6.3k	53,21
8k	51,09
10k	49,74
12.5k	49,49
16k	44,57
20k	41,66

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	44,8
125	37,24
160	44,81
200	45,83
250	48,43
315	51,13
400	56,31
500	58,95
630	57,09
800	59,49
1k	58,86
1.25k	60,88
1.6k	58,42
2k	57,94
2.5k	57,97
3.15k	57,52
4k	56,82
5k	54,85
6.3k	52,78
8k	50,46
10k	48,11
12.5k	46,34
16k	42,84
20k	36,66



A.4 ESPECTRO MUESTREO ZONA DE ALMOHADAS

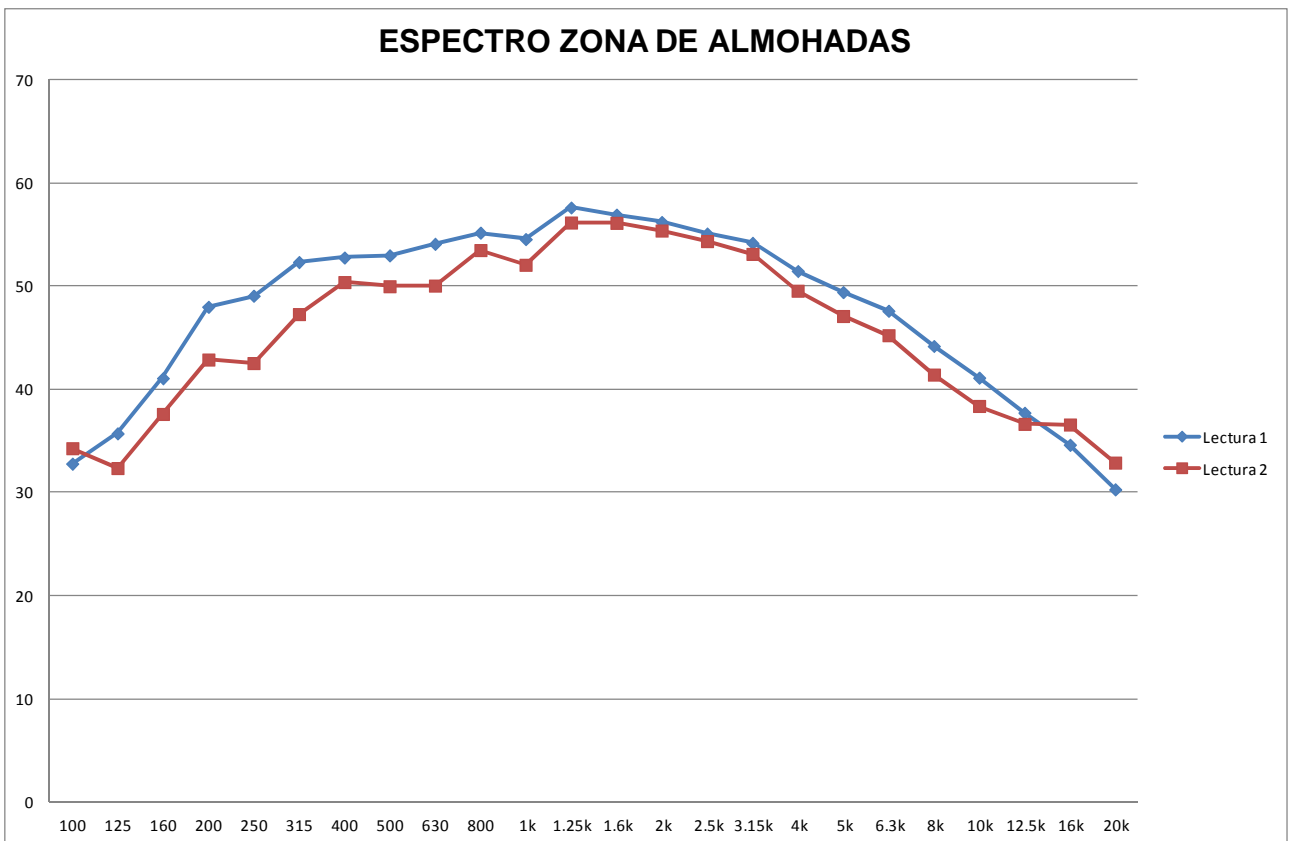
ESPECTRO ZONA DE ALMOHADAS

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	32,79
125	35,72
160	41,07
200	47,99
250	49,06
315	52,33
400	52,77
500	52,97
630	54,09
800	55,17
1k	54,55
1.25k	57,61
1.6k	56,93
2k	56,21
2.5k	55,08
3.15k	54,18
4k	51,46
5k	49,42
6.3k	47,6
8k	44,19
10k	41,12
12.5k	37,72
16k	34,62
20k	30,3

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	34,29
125	32,36
160	37,6
200	42,87
250	42,53
315	47,28
400	50,38
500	49,99
630	50,04
800	53,48
1k	52,05
1.25k	56,15
1.6k	56,12
2k	55,39
2.5k	54,37
3.15k	53,13
4k	49,55
5k	47,11
6.3k	45,23
8k	41,42
10k	38,37
12.5k	36,66
16k	36,57
20k	32,89



A.5 ESPECTRO MUESTREO ZONA DE LAMINADO DE COLCHONES

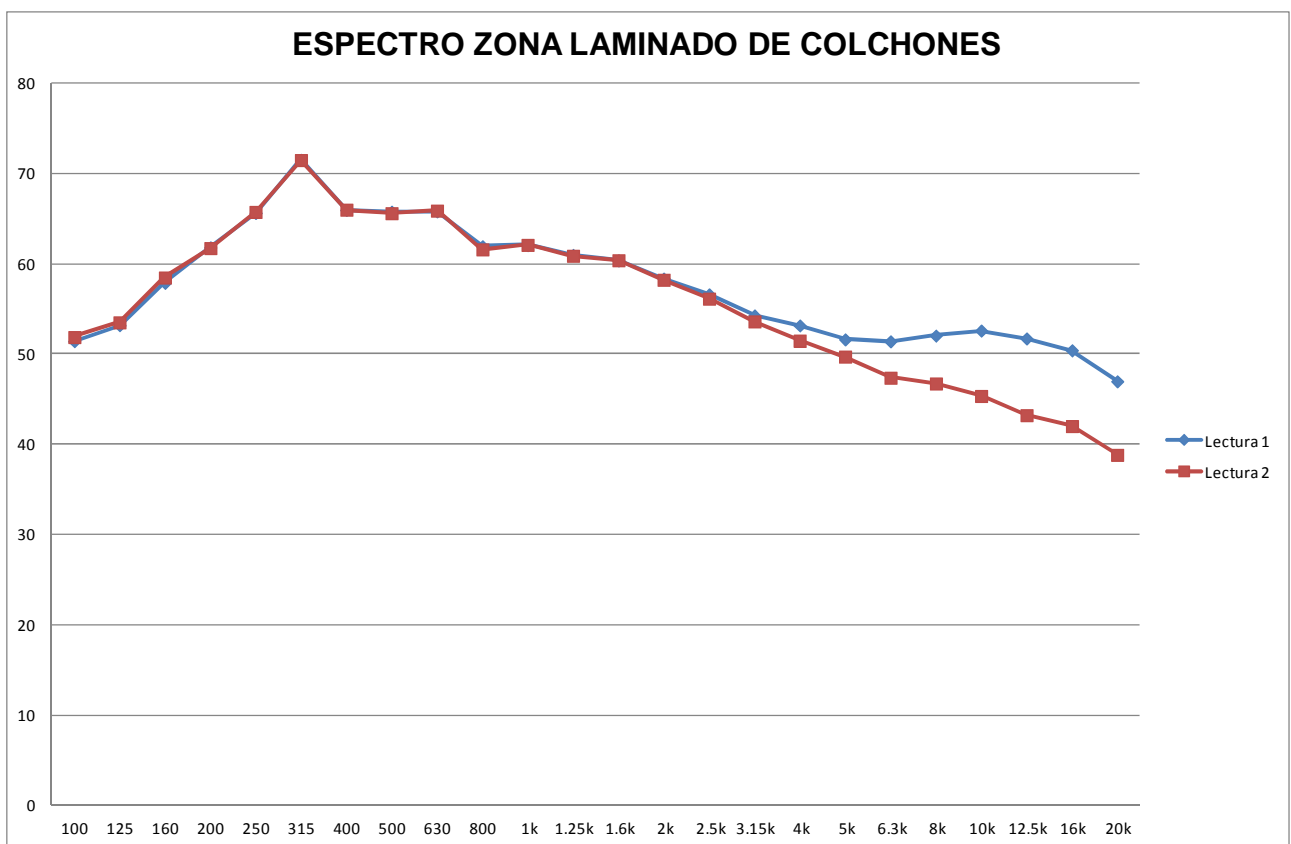
ESPECTRO ZONA PEGADO DE COLCHONES

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	51,4
125	53,17
160	57,85
200	61,79
250	65,6
315	71,49
400	65,93
500	65,74
630	65,78
800	61,91
1k	62,04
1.25k	60,95
1.6k	60,35
2k	58,34
2.5k	56,58
3.15k	54,25
4k	53,14
5k	51,6
6.3k	51,39
8k	52,02
10k	52,57
12.5k	51,71
16k	50,39
20k	46,96

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	51,87
125	53,48
160	58,45
200	61,72
250	65,73
315	71,45
400	65,96
500	65,58
630	65,86
800	61,57
1k	62,07
1.25k	60,87
1.6k	60,37
2k	58,19
2.5k	56,12
3.15k	53,6
4k	51,45
5k	49,68
6.3k	47,36
8k	46,71
10k	45,34
12.5k	43,21
16k	42
20k	38,83



A.6 ESPECTRO MUESTREO ZONA DE CORTE DE COLCHONES

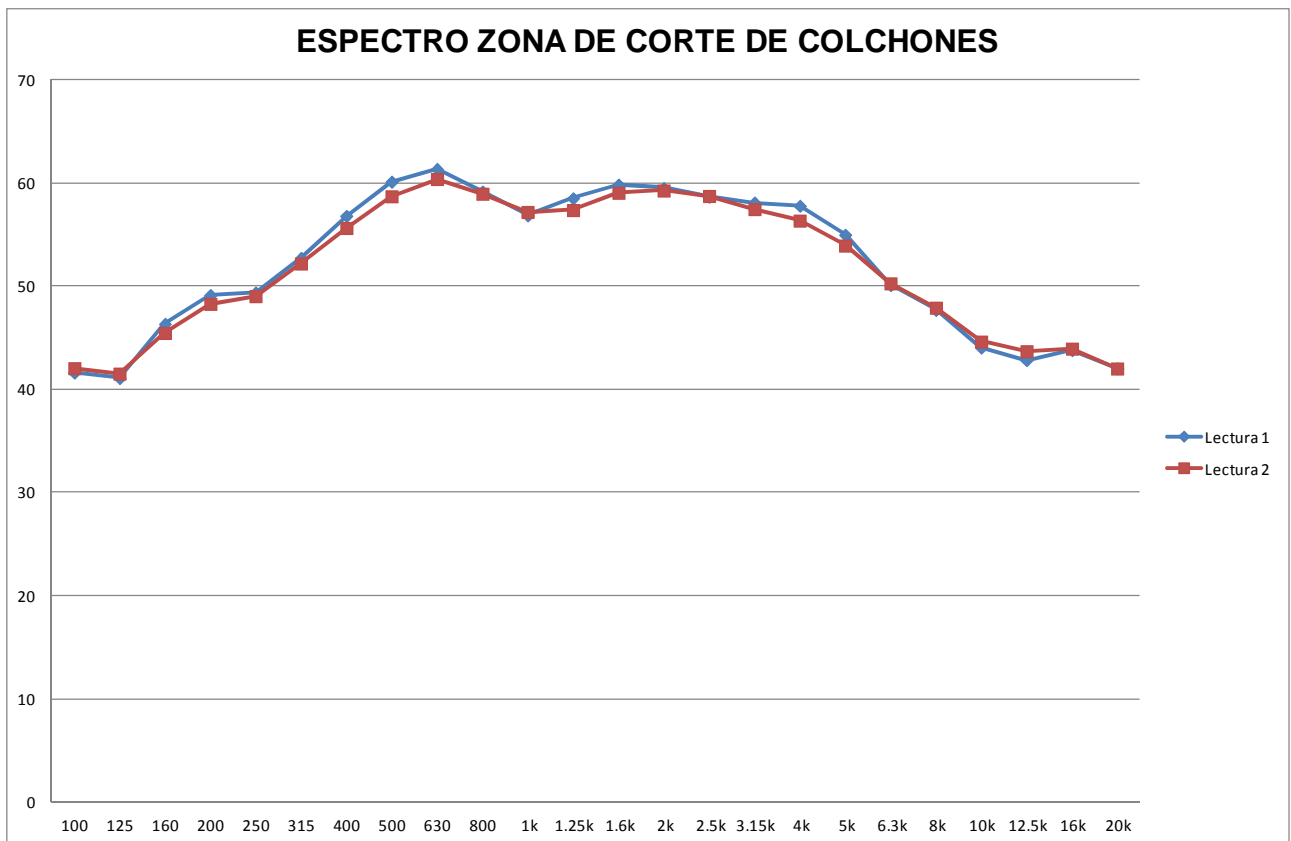
ESPECTRO ZONA CORTE DE COLCHONES

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	41,62
125	41,08
160	46,34
200	49,12
250	49,37
315	52,72
400	56,8
500	60,11
630	61,35
800	59,15
1k	56,85
1.25k	58,5
1.6k	59,82
2k	59,5
2.5k	58,66
3.15k	58,08
4k	57,78
5k	54,97
6.3k	50,1
8k	47,68
10k	44,04
12.5k	42,83
16k	43,8
20k	42,03

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	42,04
125	41,51
160	45,47
200	48,27
250	49,03
315	52,18
400	55,63
500	58,69
630	60,38
800	58,93
1k	57,17
1.25k	57,35
1.6k	59,03
2k	59,25
2.5k	58,72
3.15k	57,45
4k	56,34
5k	53,92
6.3k	50,26
8k	47,9
10k	44,62
12.5k	43,69
16k	43,94
20k	42,01



A.7 ESPECTRO MUESTREO ZONA DE ACABADO DE COLCHONES

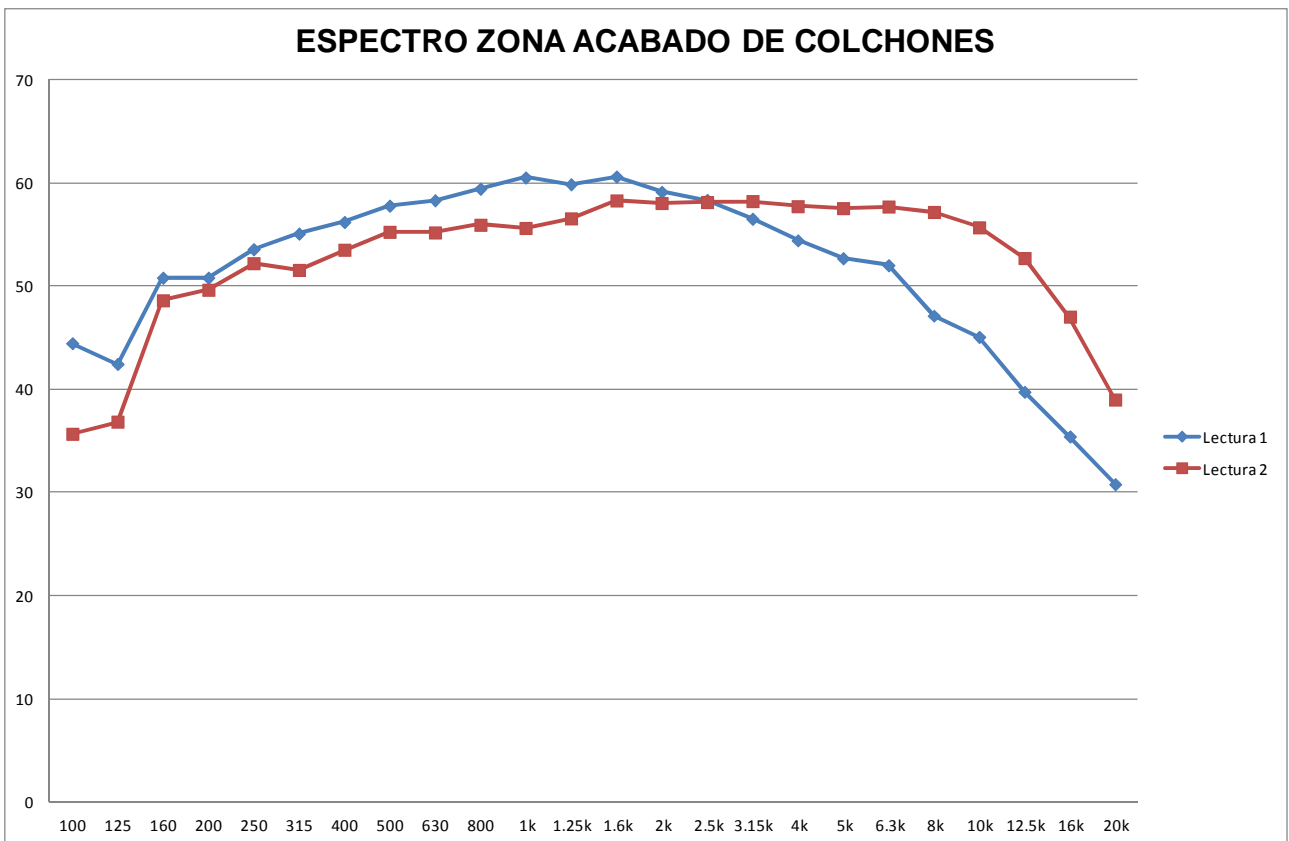
ESPECTRO ZONA ACABADO DE COLCHONES

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	44,46
125	42,45
160	50,81
200	50,81
250	53,57
315	55,08
400	56,21
500	57,79
630	58,31
800	59,43
1k	60,52
1.25k	59,86
1.6k	60,61
2k	59,13
2.5k	58,35
3.15k	56,52
4k	54,43
5k	52,69
6.3k	52,02
8k	47,13
10k	45,07
12.5k	39,75
16k	35,43
20k	30,8

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	35,7
125	36,86
160	48,63
200	49,65
250	52,23
315	51,55
400	53,51
500	55,25
630	55,2
800	55,95
1k	55,63
1.25k	56,56
1.6k	58,3
2k	58,05
2.5k	58,15
3.15k	58,22
4k	57,75
5k	57,54
6.3k	57,71
8k	57,19
10k	55,7
12.5k	52,7
16k	47,03
20k	38,99



A.8 ESPECTRO ZONA DE EMPAQUETADO Y ENFUNDADO DE COLCHONES

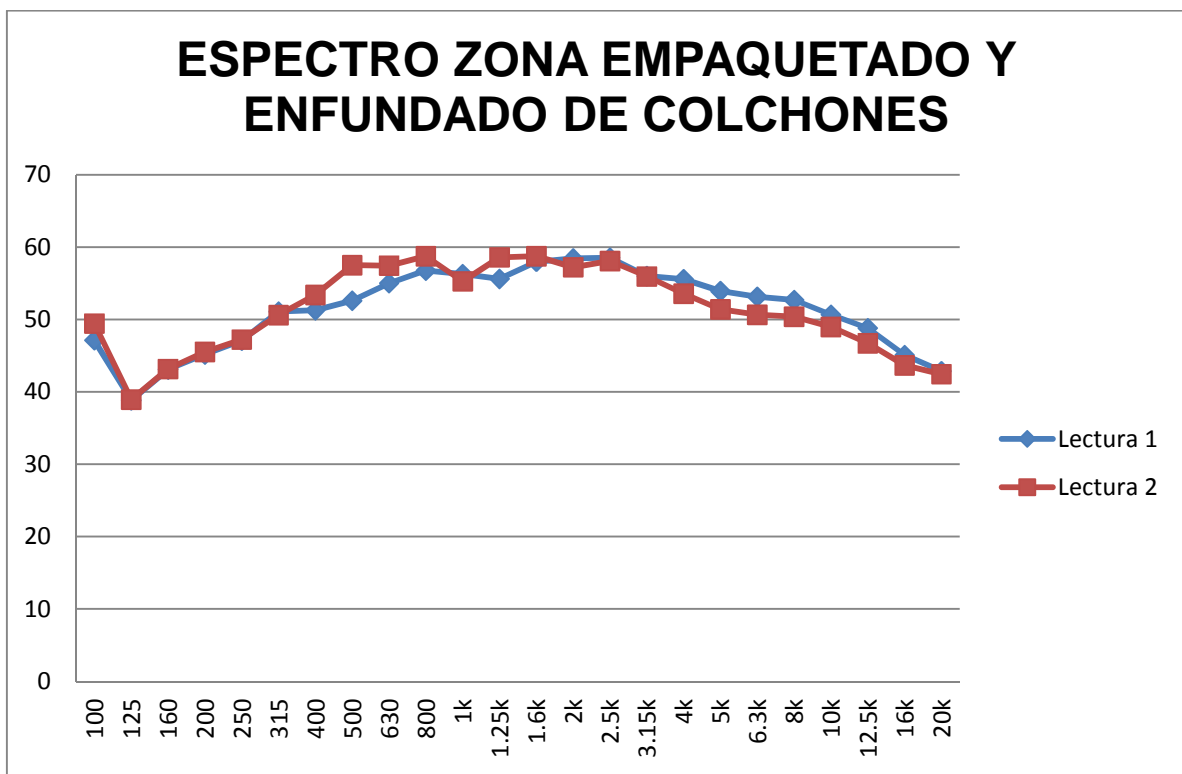
ESPECTRO ZONA DE EMPAQUETADO Y ENFUNDADO DE COLCHONES

LECTURA 1

Frecuencia (Hz)	LA
100	47,13
125	38,84
160	43,1
200	45,15
250	47,07
315	51,08
400	51,28
500	52,6
630	55
800	56,74
1k	56,26
1.25k	55,61
1.6k	57,97
2k	58,42
2.5k	58,53
3.15k	55,99
4k	55,56
5k	53,92
6.3k	53,15
8k	52,69
10k	50,66
12.5k	48,81
16k	45,09
20k	42,87

LECTURA 2

Frecuencia (Hz)	LA
100	49,44
125	38,93
160	43,16
200	45,52
250	47,22
315	50,6
400	53,39
500	57,5
630	57,44
800	58,73
1k	55,27
1.25k	58,59
1.6k	58,75
2k	57,22
2.5k	58,08
3.15k	55,94
4k	53,57
5k	51,41
6.3k	50,65
8k	50,38
10k	48,97
12.5k	46,72
16k	43,66
20k	42,45

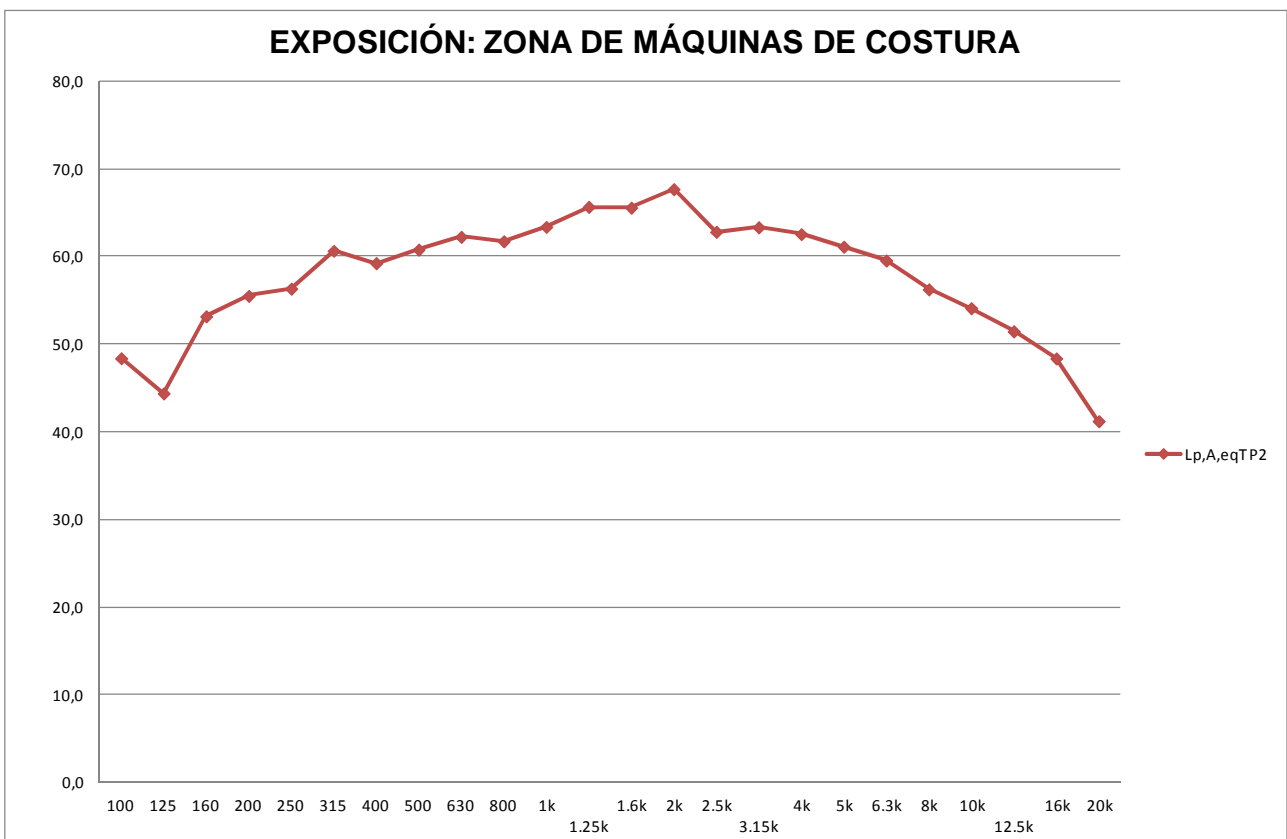
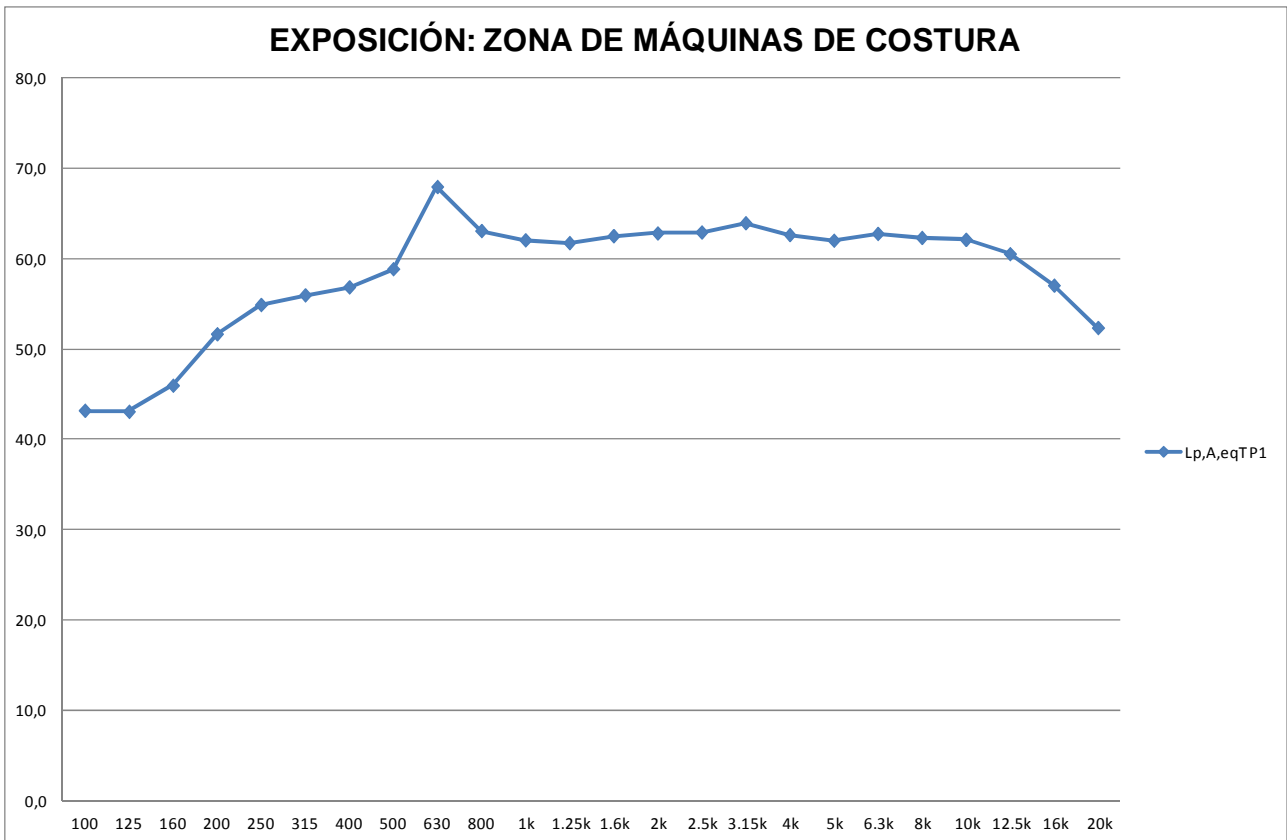


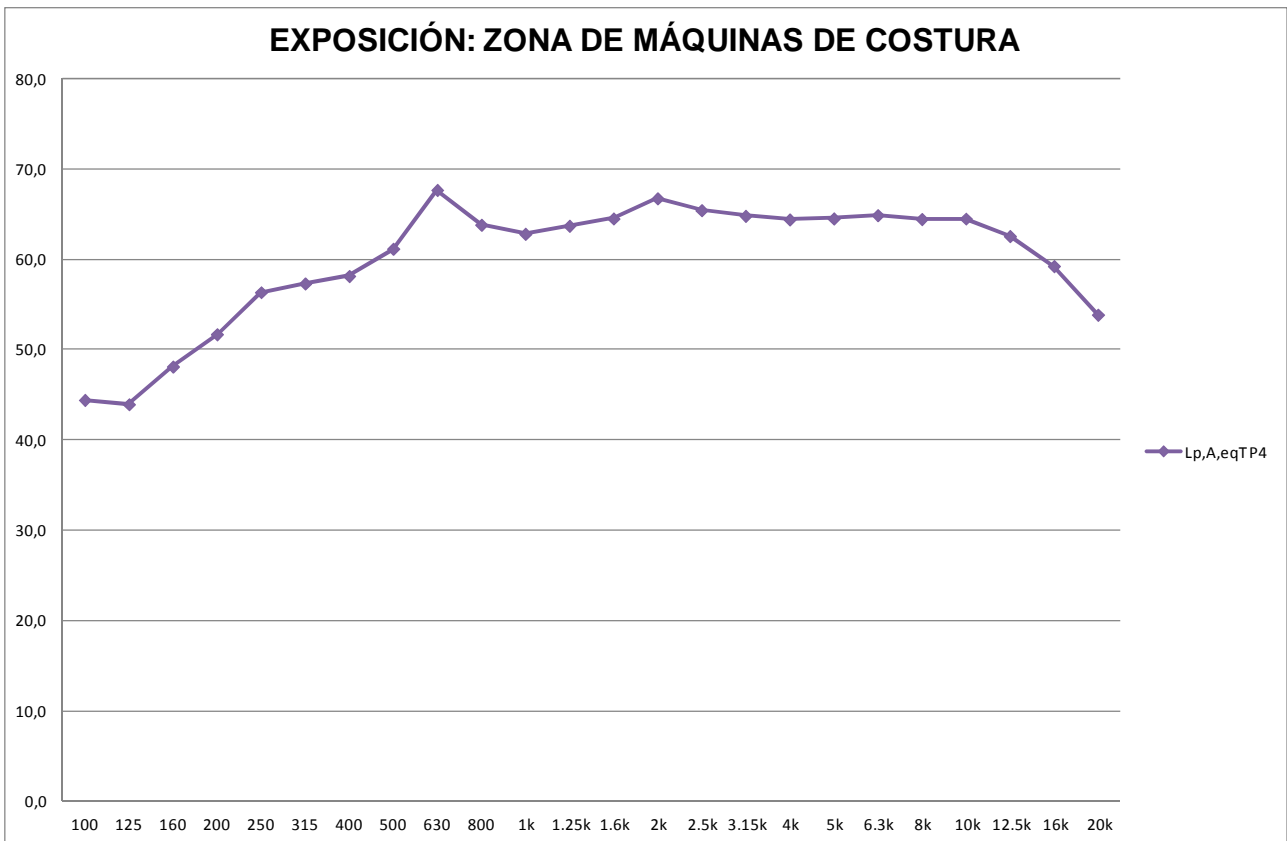
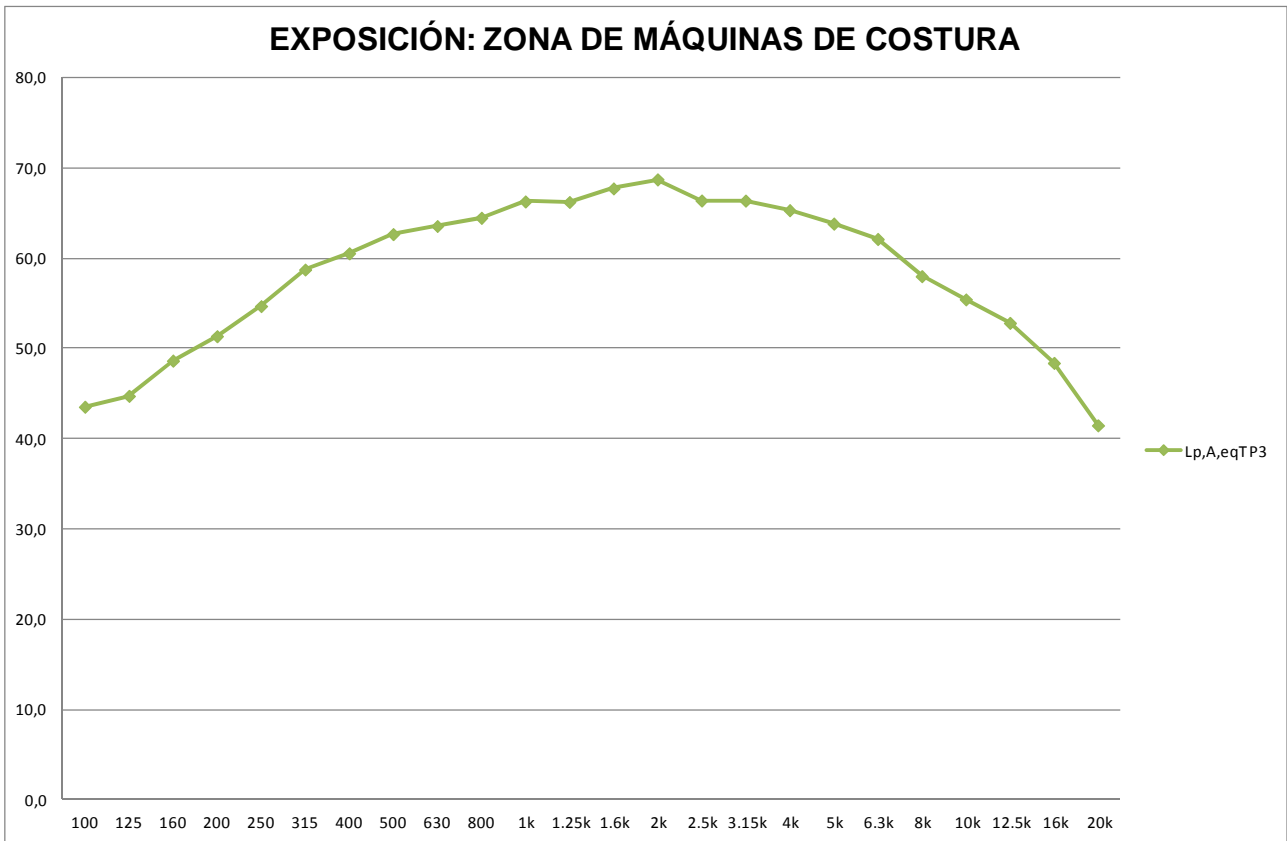
ANEXO B:
ESPECTROS LECTURAS EXPOSICIÓN

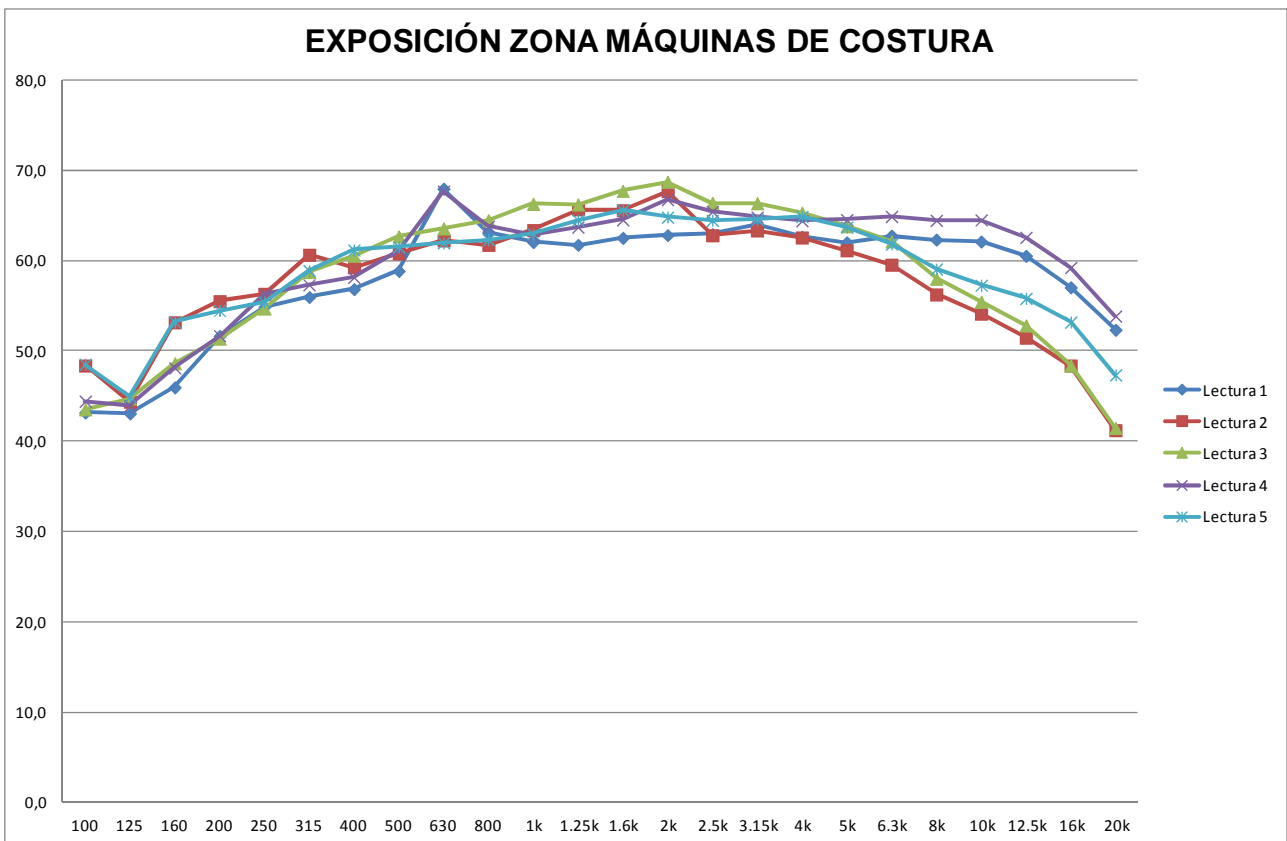
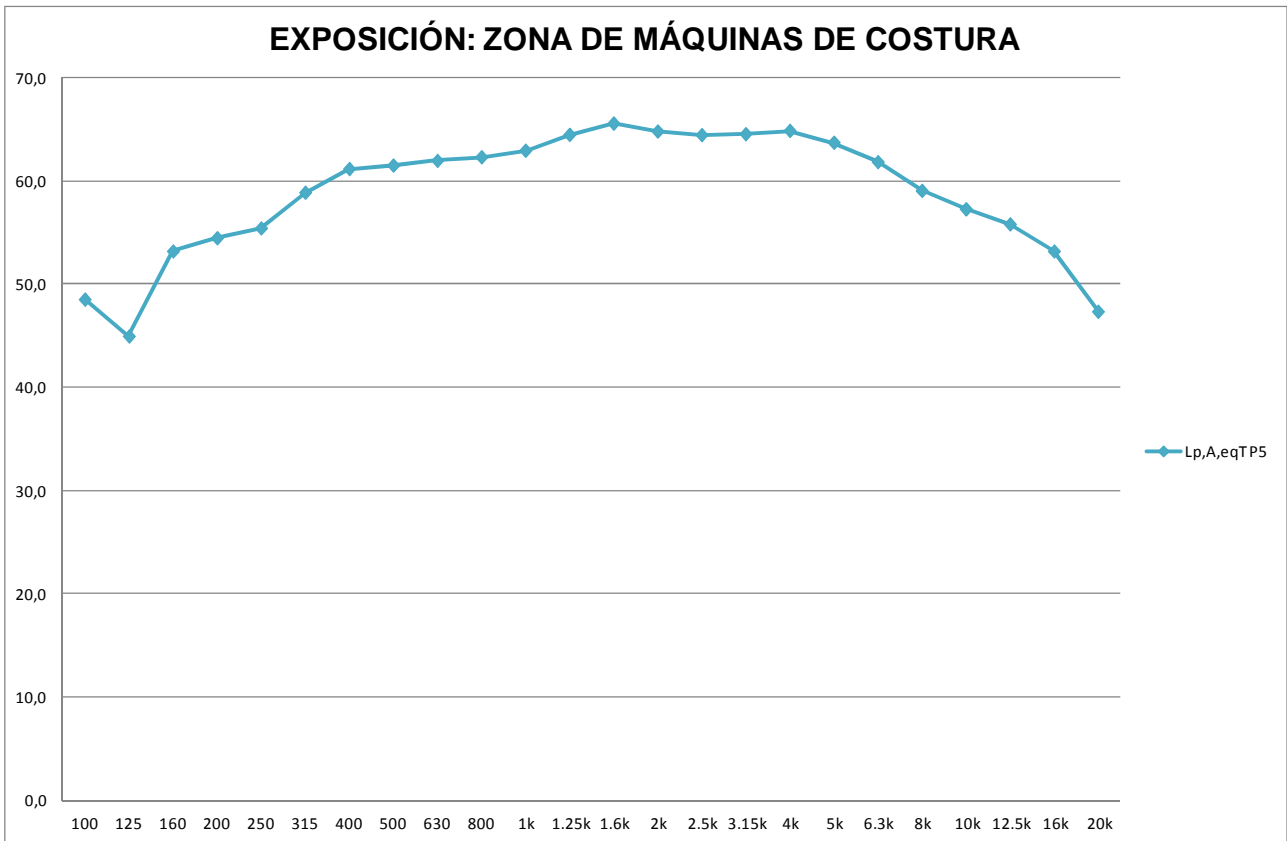
B.1 ESPECTROS DEL NIVEL PRESION DE SONORA PONDERADO A, DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS, EN LA ZONA DE MÁQUINAS DE COSTURA

EXPOSICIÓN ZONA MÁQUINAS DE COSTURA

Frecuencia (Hz)	Lp,A,eqT P1	Lp,A,eqT P2	Lp,A,eqT P3	Lp,A,eqT P4	Lp,A,eqT P5
100	43,2	48,4	43,5	44,4	48,5
125	43,1	44,4	44,7	43,9	45,0
160	46,0	53,2	48,6	48,1	53,2
200	51,7	55,5	51,4	51,7	54,5
250	54,9	56,3	54,7	56,4	55,4
315	56,0	60,7	58,7	57,3	58,9
400	56,8	59,2	60,5	58,1	61,2
500	58,9	60,8	62,7	61,2	61,5
630	68,0	62,2	63,6	67,7	62,0
800	63,1	61,7	64,5	63,8	62,3
1k	62,1	63,4	66,3	62,8	63,0
1.25k	61,7	65,7	66,2	63,7	64,5
1.6k	62,5	65,6	67,7	64,5	65,6
2k	62,8	67,7	68,7	66,7	64,8
2.5k	62,9	62,8	66,4	65,4	64,5
3.15k	63,9	63,3	66,4	64,8	64,6
4k	62,6	62,6	65,3	64,4	64,9
5k	62,0	61,1	63,8	64,5	63,7
6.3k	62,8	59,6	62,1	64,9	61,8
8k	62,3	56,3	58,0	64,5	59,1
10k	62,1	54,1	55,4	64,5	57,3
12.5k	60,5	51,5	52,8	62,6	55,8
16k	57,0	48,4	48,4	59,2	53,2
20k	52,3	41,2	41,5	53,9	47,3



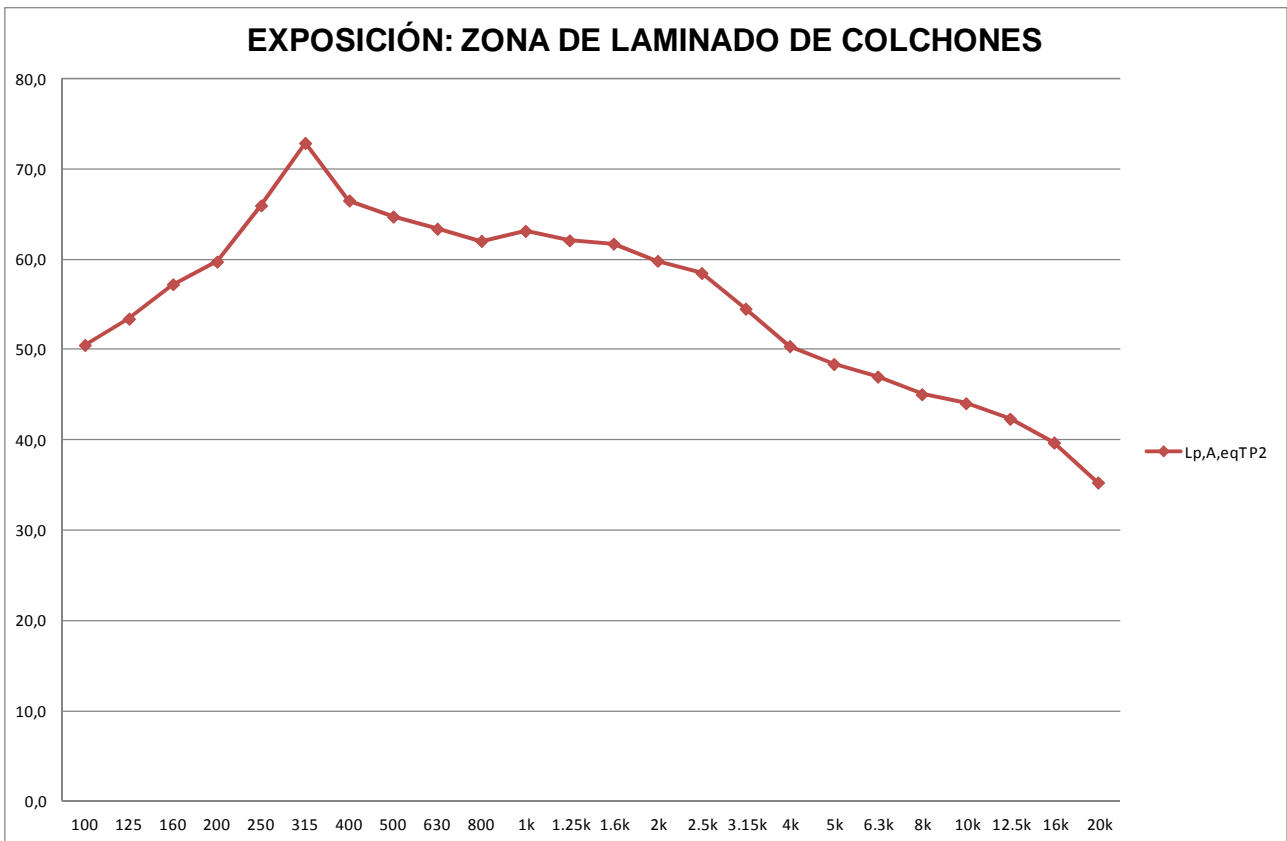
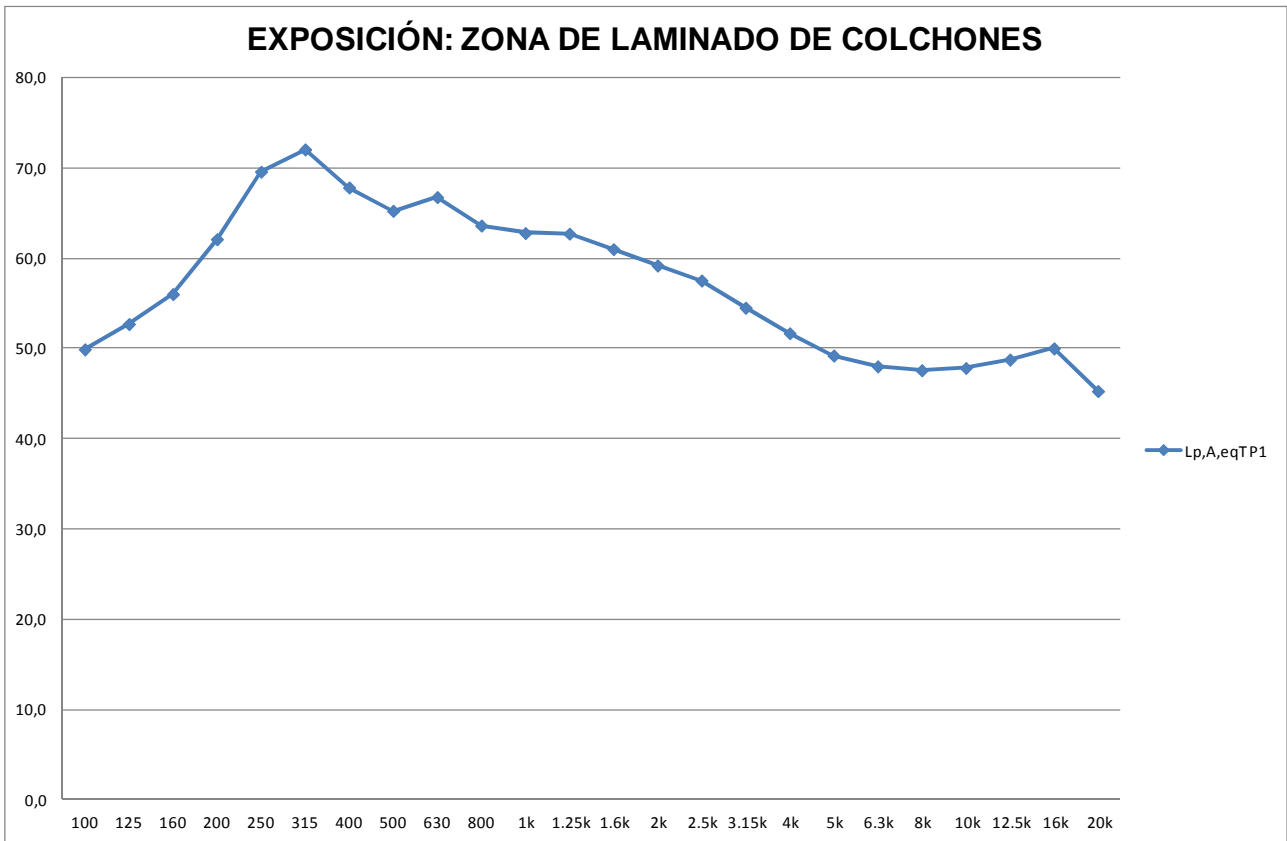


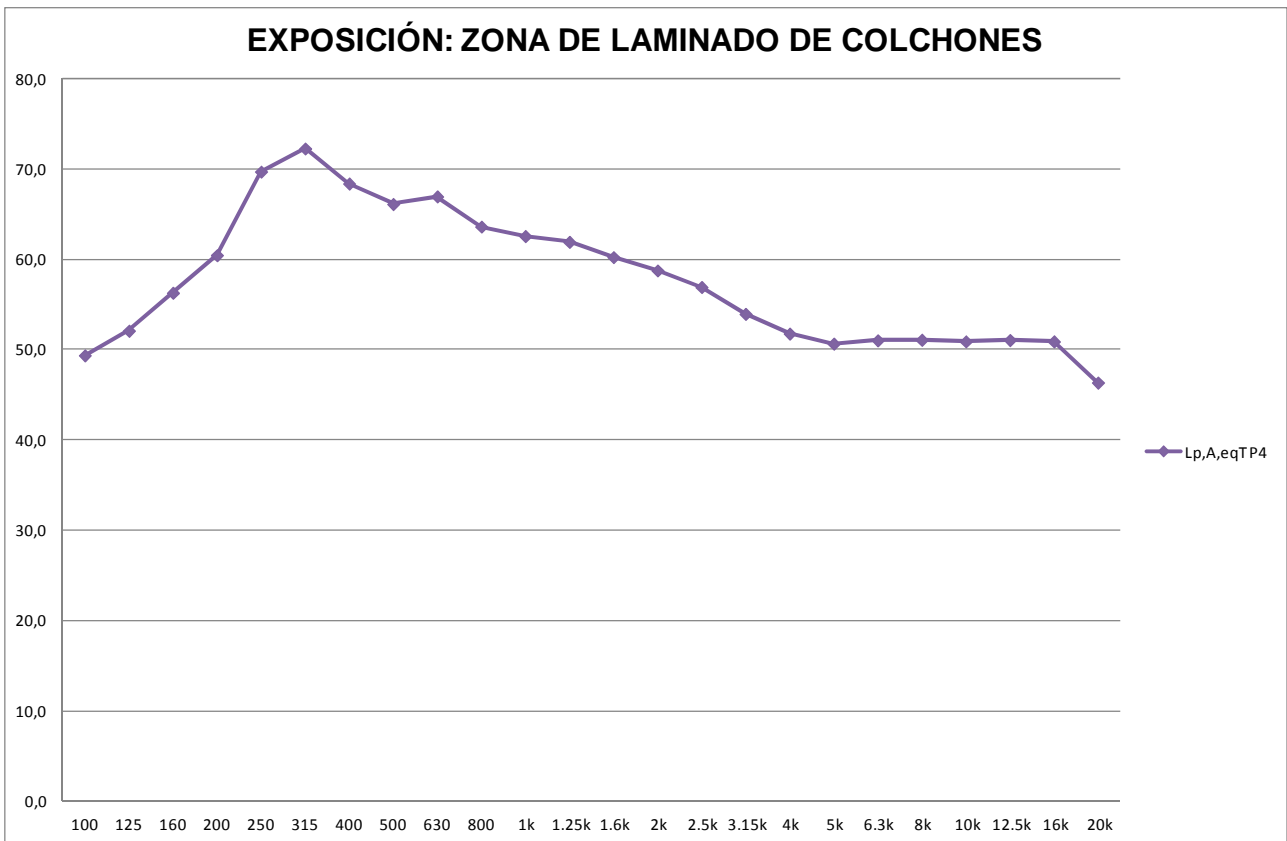
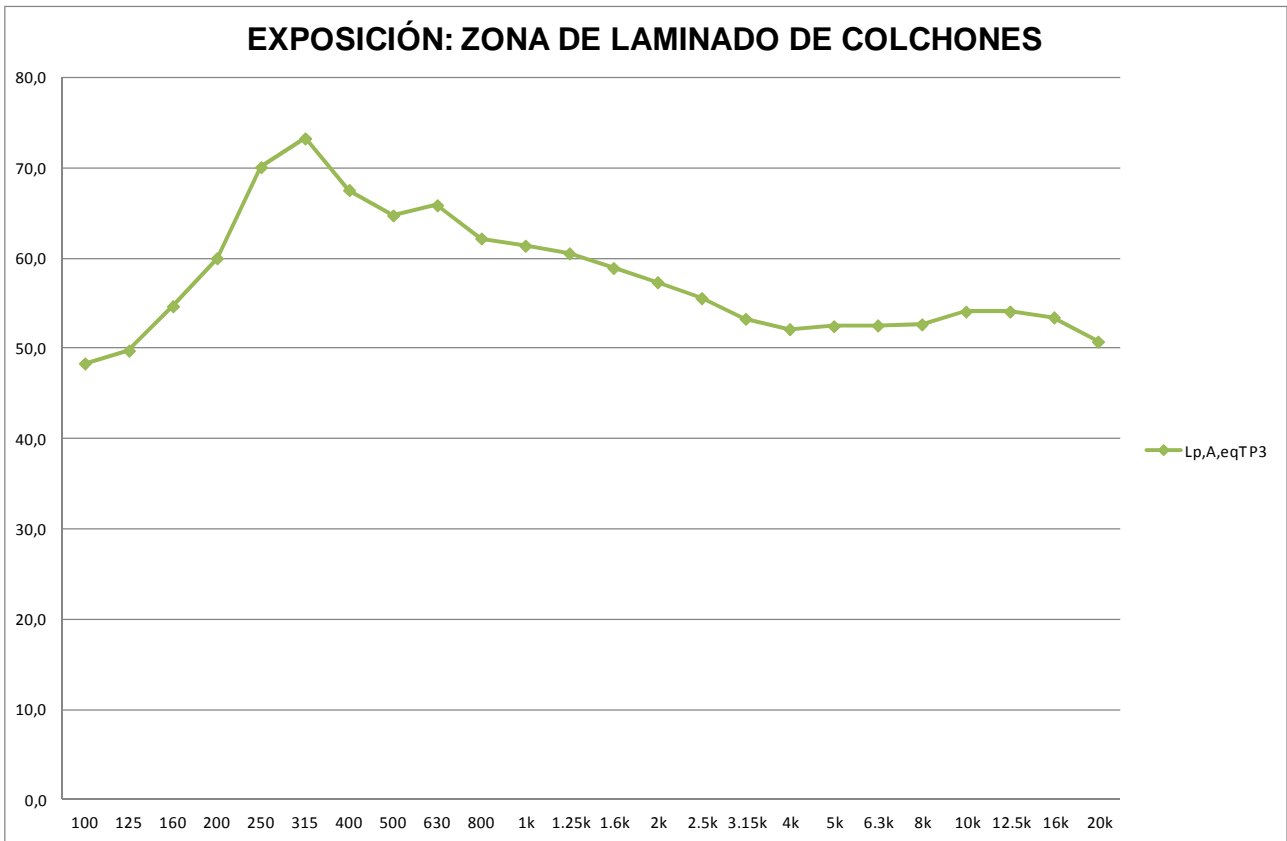


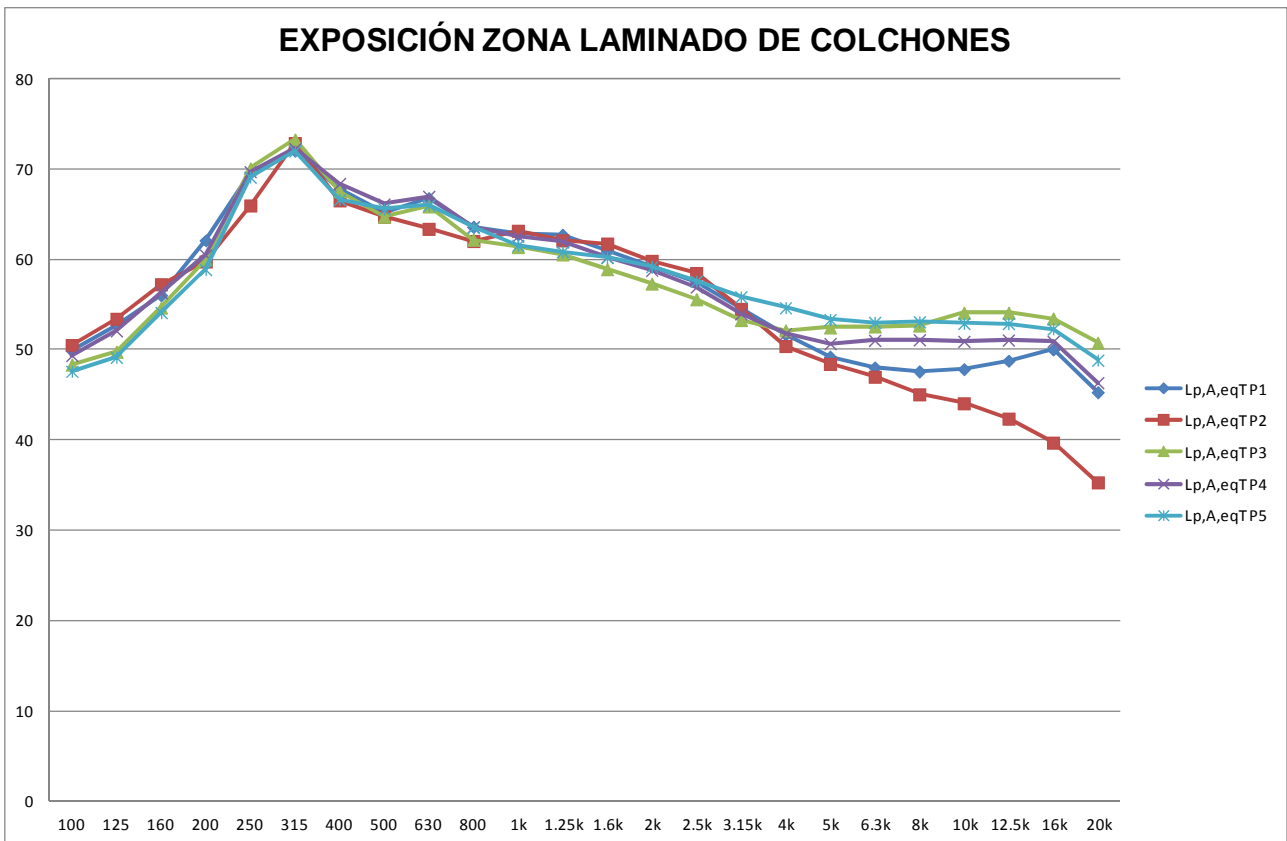
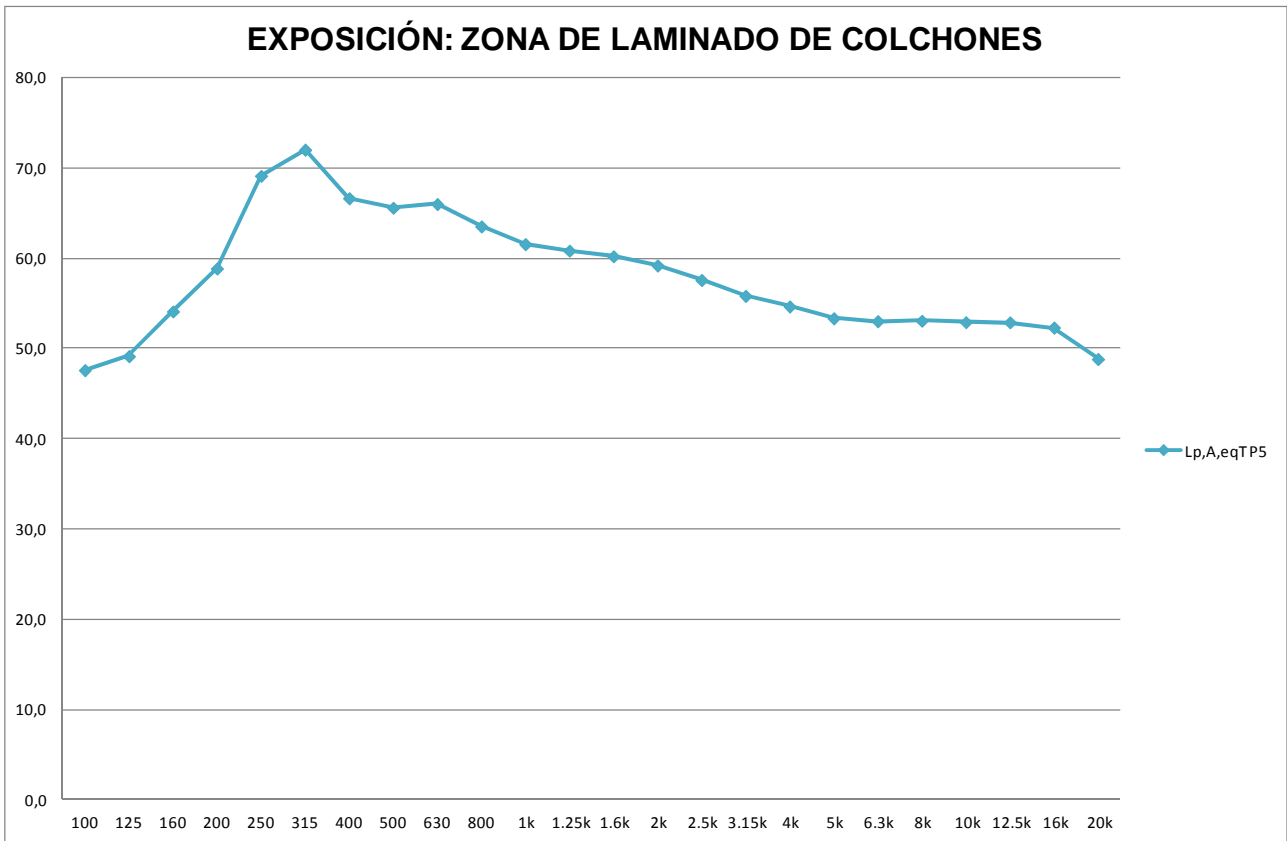
B.2 ESPECTROS DEL NIVEL DE PRESION SONORA PONDERADO A, DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS EN LA ZONA DE LAMINADO DE COLCHONES

ESPECTRO ZONA DE LAMINADO DE COLCHONES

Frecuencia (Hz)	Lp,A,eqT P1	Lp,A,eqT P2	Lp,A,eqT P3	Lp,A,eqT P4	Lp,A,eqT P5
100	49,89	50,51	48,33	49,36	47,59
125	52,7	53,42	49,75	52,08	49,14
160	56,01	57,23	54,66	56,28	54,09
200	62,09	59,74	59,98	60,45	58,85
250	69,57	65,96	70,06	69,7	69,1
315	72,03	72,87	73,25	72,26	72
400	67,81	66,51	67,53	68,38	66,62
500	65,22	64,72	64,72	66,11	65,57
630	66,75	63,38	65,85	66,95	65,98
800	63,59	62,03	62,17	63,61	63,51
1k	62,77	63,14	61,36	62,56	61,54
1.25k	62,7	62,09	60,52	61,92	60,82
1.6k	60,99	61,72	58,9	60,24	60,19
2k	59,18	59,82	57,32	58,76	59,18
2.5k	57,52	58,47	55,56	56,92	57,57
3.15k	54,5	54,52	53,27	53,94	55,82
4k	51,68	50,38	52,13	51,77	54,64
5k	49,2	48,4	52,46	50,65	53,33
6.3k	48,01	47	52,54	51,02	53,01
8k	47,58	45,05	52,66	51,08	53,06
10k	47,83	44,06	54,07	50,9	52,9
12.5k	48,76	42,34	54,08	51,05	52,88
16k	50	39,7	53,43	50,9	52,3
20k	45,27	35,28	50,74	46,34	48,82





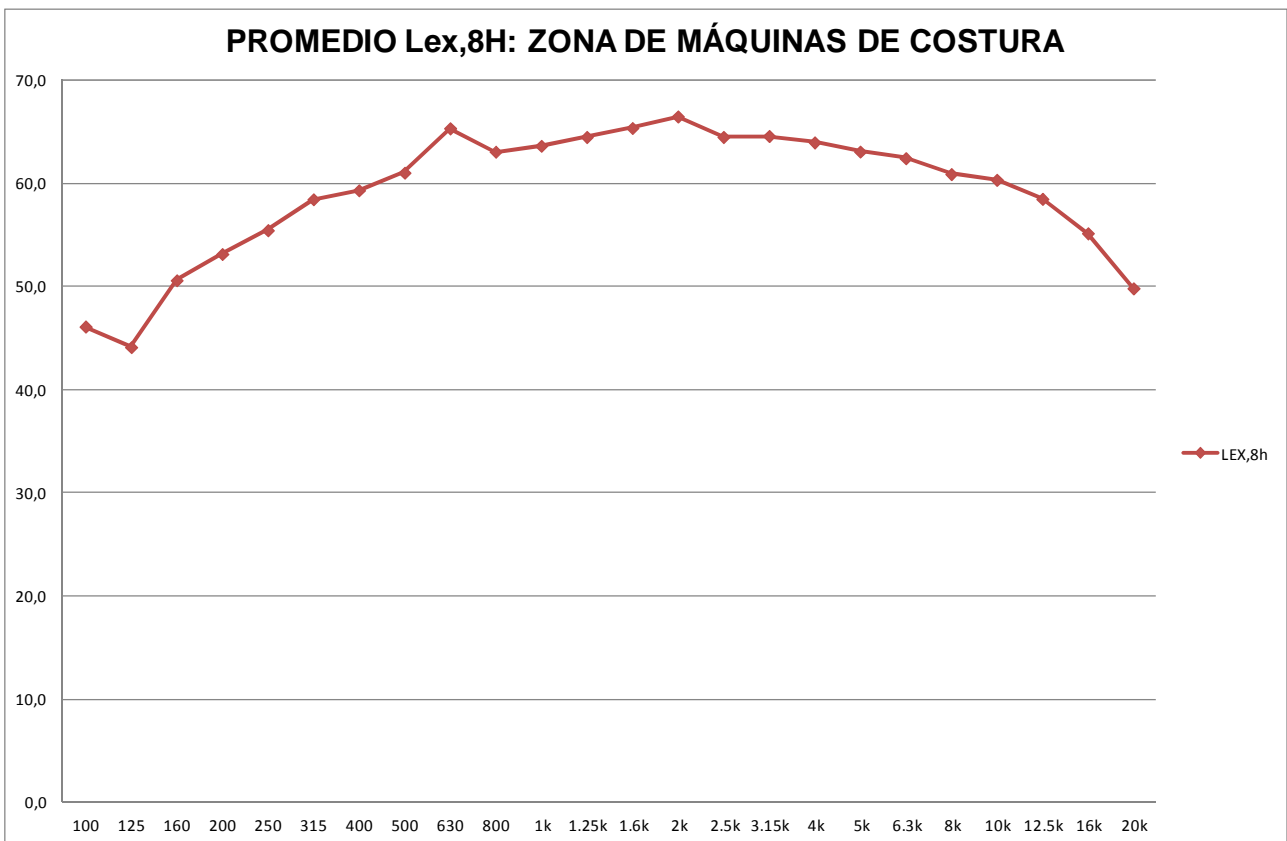
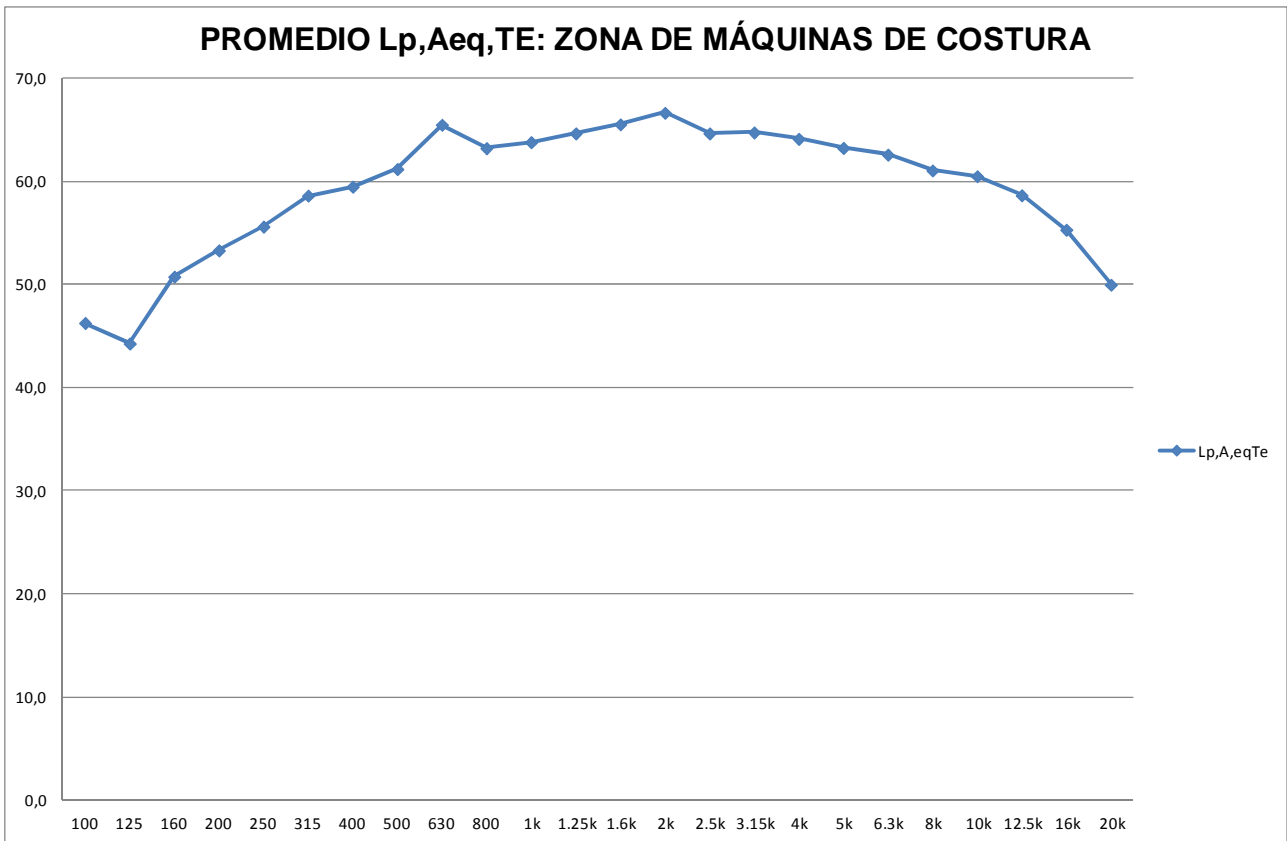


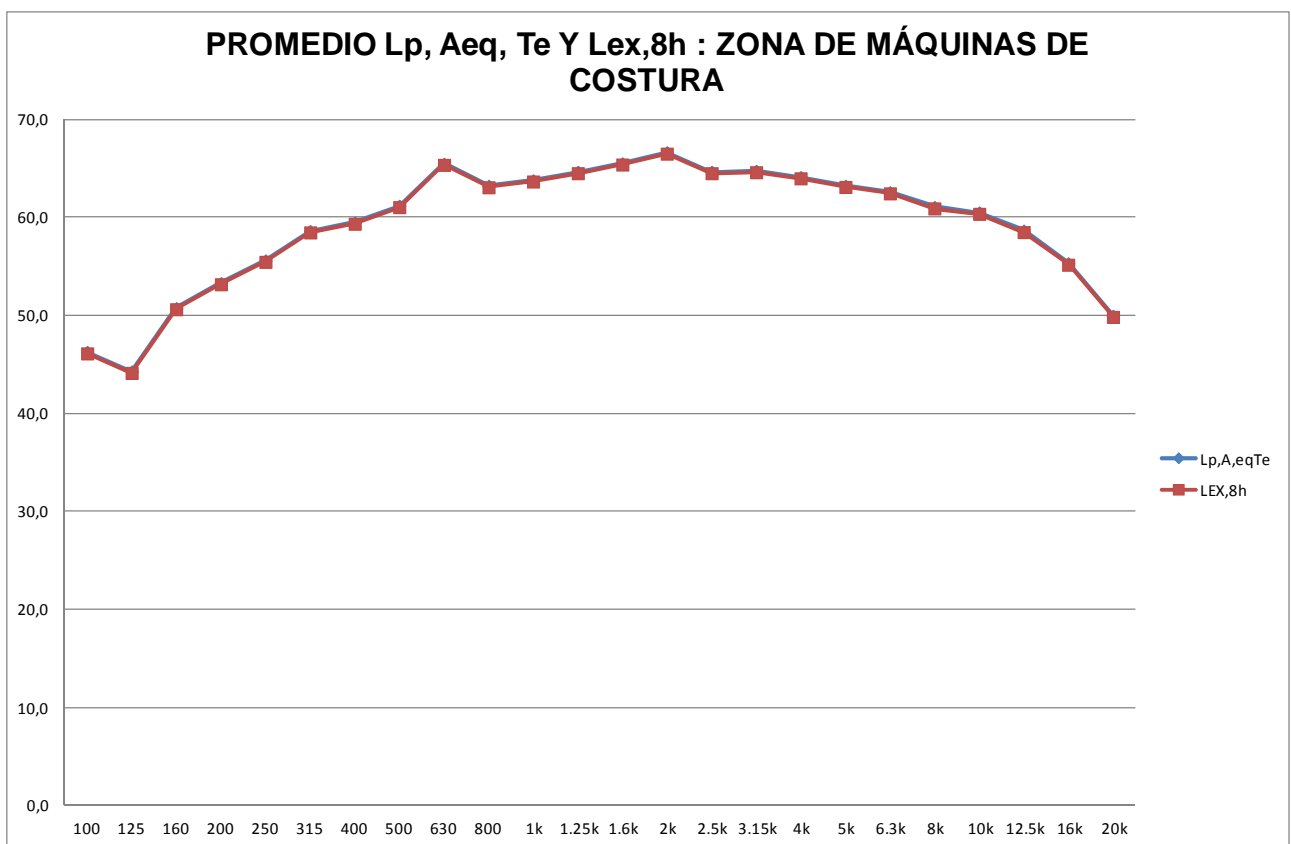
ANEXO C:

**ESPECTRO PROMEDIO NIVEL PRESIÓN SONORA
CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A Y
NIVEL DE EXPOSICIÓN AL RUIDO, PARA LOS
TRABAJADORES DE UN GRUPO DE EXPOSICIÓN
HOMOGÉNEO**

C.1 ESPECTRO PROMEDIO NIVEL PRESIÓN SONORA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A Y NIVEL DE EXPOSICIÓN AL RUIDO, PARA LOS TRABAJADORES DE UN GRUPO DE EXPOSICIÓN HOMOGÉNEO, EN LA ZONA DE MÁQUINAS DE COSTURA

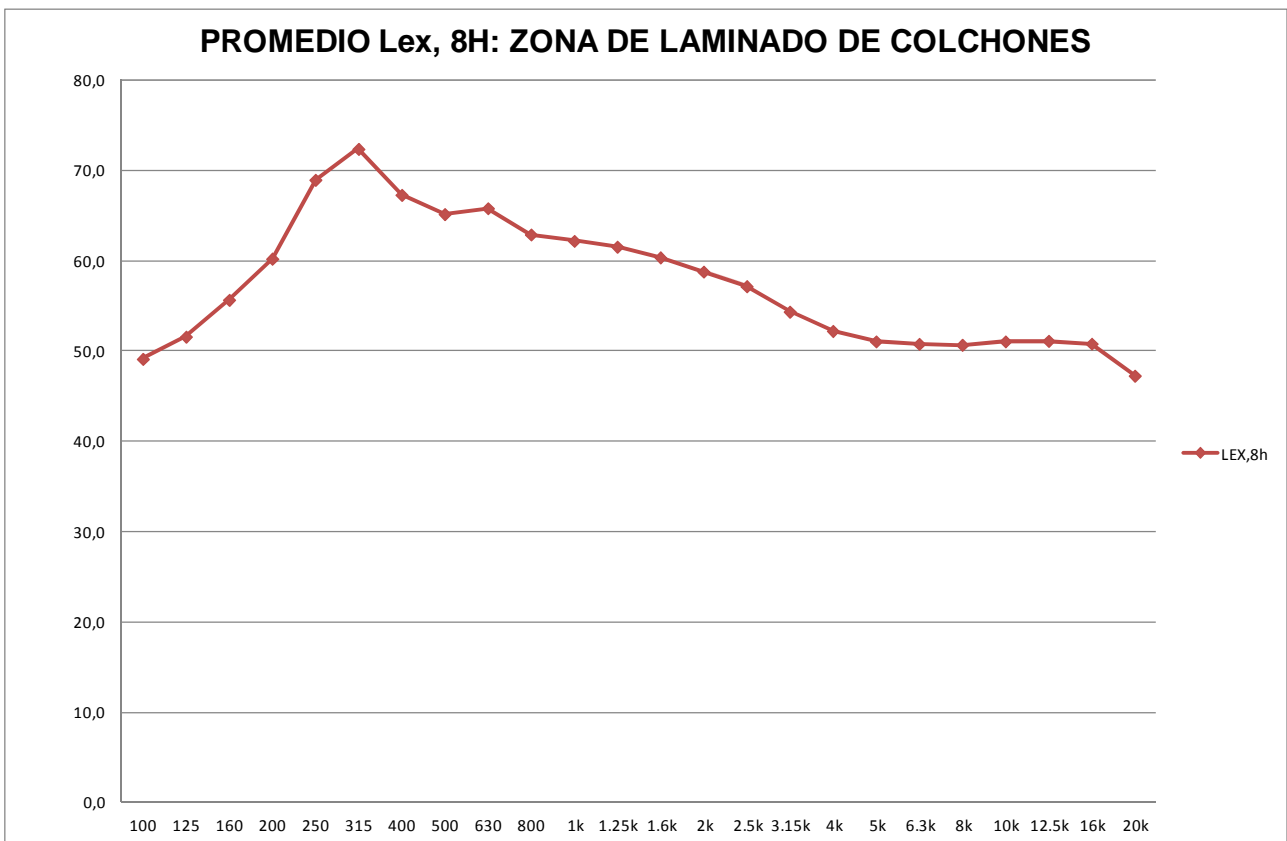
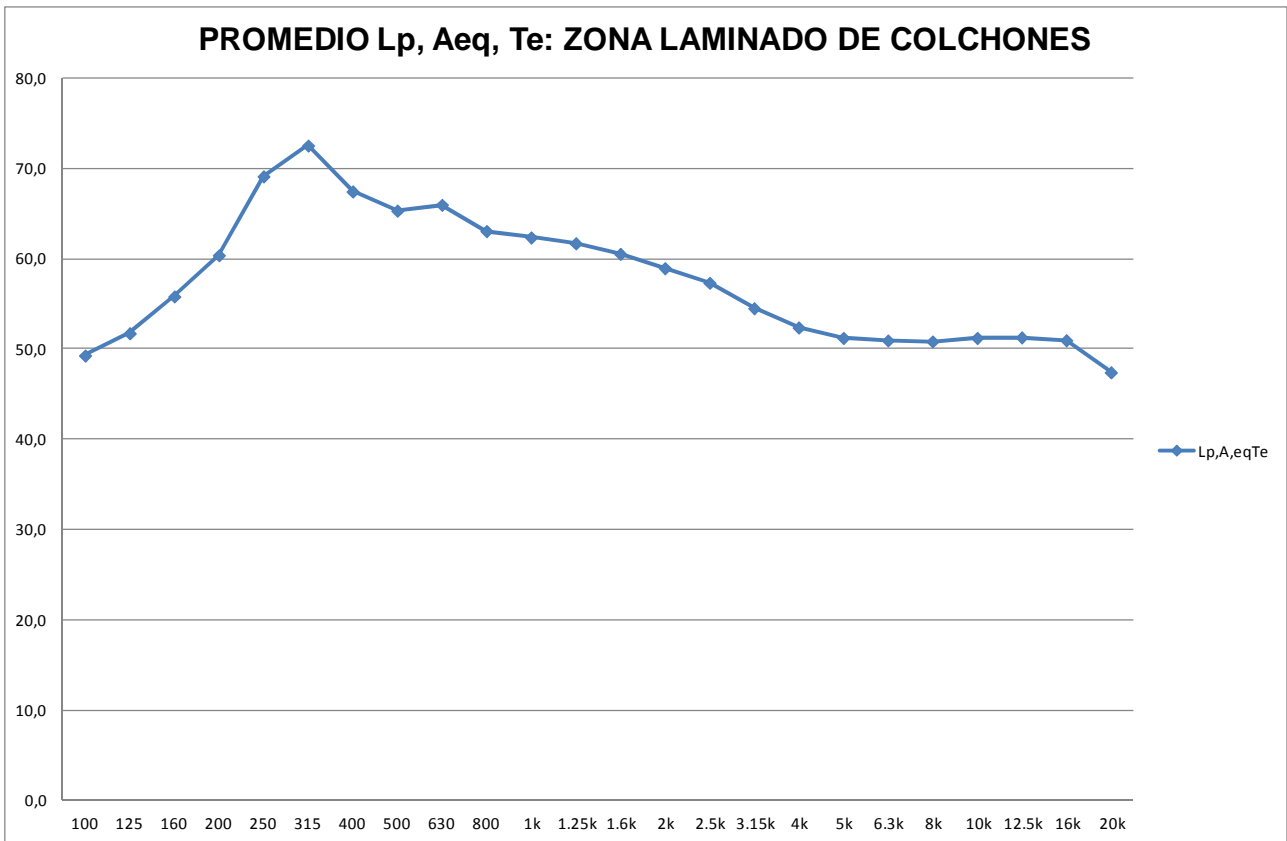
ZONA MÁQUINAS DE COSTURA		
Frecuencia (Hz)	Lp,A,eqTe	LEX,8h
100	46,3	46,1
125	44,3	44,1
160	50,7	50,6
200	53,3	53,1
250	55,6	55,5
315	58,6	58,5
400	59,5	59,3
500	61,2	61,0
630	65,5	65,3
800	63,2	63,1
1k	63,8	63,6
1.25k	64,6	64,5
1.6k	65,5	65,4
2k	66,6	66,5
2.5k	64,6	64,5
3.15k	64,7	64,6
4k	64,1	64,0
5k	63,2	63,1
6.3k	62,6	62,4
8k	61,0	60,9
10k	60,5	60,3
12.5k	58,6	58,5
16k	55,3	55,2
20k	50,0	49,8

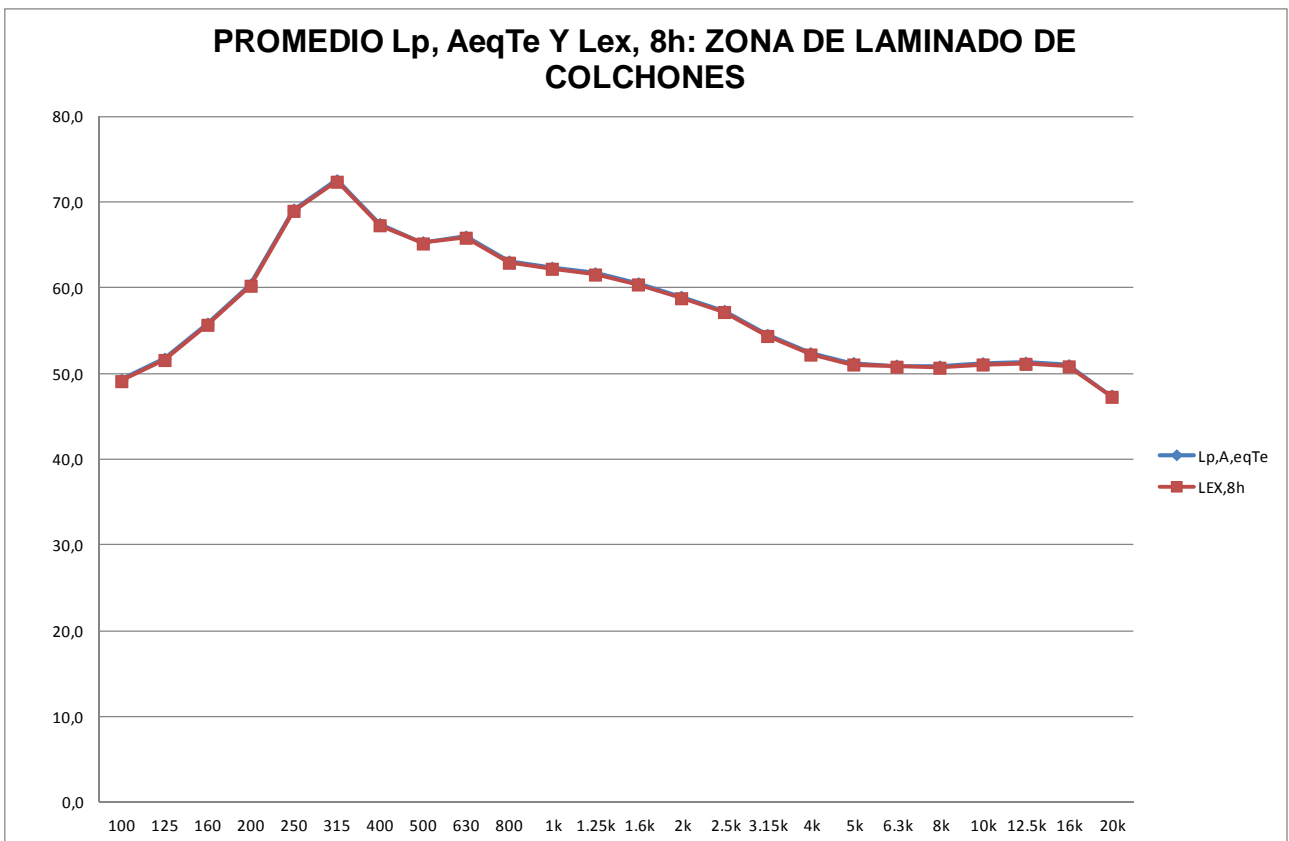




C.2 ESPECTRO PROMEDIO NIVEL PRESIÓN SONORA CONTINUO EQUIVALENTE PONDERADO A Y NIVEL DE EXPOSICIÓN AL RUIDO, PARA LOS TRABAJADORES DE UN GRUPO DE EXPOSICIÓN HOMOGÉNEO, EN LA ZONA DE LAMINADO DE COLCHONES

ZONA LAMINADO DE COLCHONES		
Frecuencia (Hz)	Lp,A,eqTe	LEX,8h
100	49,3	49,1
125	51,7	51,6
160	55,8	55,7
200	60,4	60,2
250	69,1	69,0
315	72,5	72,4
400	67,4	67,3
500	65,3	65,2
630	65,9	65,8
800	63,0	62,9
1k	62,3	62,2
1.25k	61,7	61,5
1.6k	60,5	60,4
2k	58,9	58,8
2.5k	57,3	57,2
3.15k	54,5	54,4
4k	52,4	52,2
5k	51,2	51,1
6.3k	50,9	50,8
8k	50,8	50,7
10k	51,2	51,1
12.5k	51,3	51,1
16k	51,0	50,8
20k	47,4	47,3





ANEXO D:
GUIA PARA LA SELECCIÓN DE LA
ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

D.1 ESTRATEGIA 1: MEDICIÓN BASADA EN LA TAREA.

Esta estrategia está enfocada a las tareas a las tareas que producen una importante exposición al ruido y de la duración de medición requerida para una incertidumbre especificada. La medición basada en la tarea es especialmente útil cuando el trabajo se puede dividir en tareas bien definidas, con condiciones de ruido claramente diferenciables durante las que se pueden realizar las mediciones. Sin embargo, conviene garantizar que todas las contribuciones al ruido importantes, están incluidas en el periodo de medición, lo que requiere un conocimiento de todos los eventos acústicos de corta duración y de fuerte intensidad durante la jornada laboral.

La estrategia se basa en un análisis detallado del trabajo para comprender todas las tareas. Además requiere de una validación de las mediciones. Esto permite realizar un número menor de mediciones para las tareas que producen una pequeña variación en el nivel de ruido.

Las mediciones basadas en la tarea proporcionan información sobre la contribución de las distintas tareas a la exposición al ruido diario. Esto es ventajoso si el objetivo de las mediciones es el de determinar las prioridades para un control del ruido. También ofrece la posibilidad de calcular la exposición al ruido para jornadas laborales diferentes de la jornada de medición en lo referente a la distribución y duración de las tareas.

Una medición basada en la tarea, reduce el esfuerzo de medición comparado con otros métodos de medición. El uso de esta estrategia de medición permite acortar los tiempos de medición cuando grupos de trabajadores importantes están realizando actividades similares en entornos acústicos similares. Empleando esta estrategia de medición, las mediciones se pueden controlar con mayor facilidad.

Si la situación de trabajo es compleja, empleando una estrategia de medición basada en la tarea, al análisis de trabajo puede llevar bastante tiempo.

D.2 ESTRATEGIA 2: MEDICIÓN BASADA EN LA FUNCIÓN.

Las mediciones basadas en la función son muy útiles cuando el contenido del trabajo y las tareas típicas son difíciles de describir o cuando no se requiere o no es práctico realizar un análisis del trabajo detallado. No se recomienda utilizar este método de medida, si una función consta de un pequeño número de tareas muy ruidosas.

Las mediciones basadas en la función pueden reducir el esfuerzo requerido para el análisis del trabajo. Se debe de prestar especial atención a la hora de definir las distintas funciones para garantizar que la exposición al ruido de cualquier trabajador con una función dada sea representativa. Esta estrategia de medición, puede llevar mucho tiempo debido al tiempo de medición que se requiere. En cambio produce una incertidumbre de medición menor en el resultado obtenido.

Como en el caso de las mediciones basadas en la tarea, se debería prestar especial atención en garantizar que las principales contribuciones al ruido están incluidas en el periodo de medición. Las mediciones basadas en la función no proporcionan toda la información acerca de la contribución relativa a la exposición diaria al ruido de las diferentes tareas que constituyen la función, dado que no tienen en cuenta las tareas realizadas en el seno de la función definida.

Si la situación del trabajo es simple, esta estrategia de medición puede requerir de una duración de medición más larga que la estrategia basada en la tarea.

D.3 DIFERENCIAS Y SEMEJANZAS ENTRE LA MEDICIÓN BASADA EN LA TAREA Y LA MEDICIÓN BASADA EN LA FUNCIÓN.

La estrategia de medición basada en la tarea y la estrategia de medición basada en la función no son mutuamente exclusivas. La medición basada en la tarea y la medición basada en la función se basan en el muestreo del nivel de ruido. En muchos casos, una misma situación de

trabajo, se puede analizar empleando una estrategia de medición basada en la tarea y una estrategia de medición basada en la función obteniendo la misma calidad del resultado.

Las principales diferencias entre estas estrategias de medición se establecen en los grupos homogéneos de exposición al ruido homogéneo, planes de medición diferente, diferentes duración de medición.

A. Grupos de exposición al ruido homogéneos.

Para las mediciones basadas en la función, los grupos de homogéneos de exposición al ruido pueden tener una composición diferente que para las mediciones basada en la tarea. Dado que una función es un grupo de tareas realizadas por un mismo trabajador, la medición basada en la función no requiere una descomposición detallada de la actividad profesional en las tareas. Por lo tanto, determinar grupos homogéneos de exposición al ruido requiere menos tiempo que en el caso de las mediciones basadas en la tarea. Las mediciones basadas en la tarea también requieren un mejor conocimiento de la situación de trabajo que las otras estrategias, para que todas las tareas que contribuyen al nivel de ruido se clarifiquen, junto con sus respectivas duraciones.

B. Planes de medición diferentes.

Para las mediciones basadas en la función, el plan de la medición es generalmente más fácil de llevar a cabo que para las mediciones basadas en la tarea, porque no se necesita aislar cada tarea que se tiene que medir durante la jornada laboral.

C. Duraciones de medición diferentes.

La medición basada en la función requiere periodos de medición más largos que la medición basada en la tarea.

D.4 ESTRATEGIA 3: MEDICIÓN BASADA EN LA JORNADA COMPLETA.

Como la medición basada en la función, la medición de una jornada completa es más útil cuando el tipo de trabajo y las tareas típicas son difíciles de describir. Sin embargo, requiere incluso menos esfuerzo a la hora de analizar el trabajo. Por otra parte, si la situación de trabajo es sencilla, esta estrategia puede requerir una duración de medición más larga que cualquiera de las otras.

Se recomienda la medición de una jornada completa cuando el modelo de exposición al ruido de los trabajadores se desconoce, es impredecible o demasiado complejo. También es posible utilizar esta estrategia para cualquier modelo de exposición al ruido, especialmente donde no sea necesario o no se desee realizar un análisis de trabajo detallado.

La medición de la jornada completa también puede ser útil para verificar que todas las principales contribuciones están incluidas. Para estos fines de verificación, al nivel de exposición al ruido diario se puede determinar directamente sin cálculos adicionales.

Al utilizar un instrumento registrador, se puede obtener información sobre las fluctuaciones en el nivel de ruido durante la jornada laboral, y se pueden determinar las contribuciones de las diferentes tareas. También ofrece la posibilidad de eliminar las contribuciones sonoras irrelevantes de los resultados de las mediciones. Es por eso que es altamente recomendable utilizar un instrumento registrador cuando se realizan mediciones de jornadas completas.

Las mediciones de larga duración se realizarán, a ser posible, con un exposímetro sonoro individual o con un instrumento similar llevado por el trabajador cuya exposición al ruido se está midiendo. En estos casos, es muy probable que la medición contenga algunos eventos no relacionados con la exposición al ruido típica del trabajador, como por ejemplo impactos sobre el micrófono (accidentales o deliberados), o interferencias deliberadas (como los gritos de los compañeros de trabajo o las tentativas deliberadas de trabajar de manera ruidosa). Por estas

razones, se recomienda se recomienda que las mediciones sean observadas por parte del técnico encargado de realizar la medición, o que se utilicen otros medios igualmente efectivos para identificar y tener en cuenta estos eventos. Las mediciones realizadas sin supervisión tienen una fuerte predisposición a que dichos eventos de medición las afecten, en cuyo caso la mejor práctica puede consistir en realiza las mediciones en varios días, para que el proceso de medición pierda su carácter “novedoso”

D.5 USO DE VARIAS ESTRATEGIAS DE MEDICIÓN.

En determinadas circunstancias, es necesario (o deseable) utilizar más de una estrategia de medición. Por ejemplo, si la jornada nominal tiende a ser compleja, la exposición al ruido calculada a partir de las mediciones basadas en la tarea se puede comprobar realizando mediciones de la jornada completa a trabajadores escogidos.

Pueden existir situaciones durante la jornada completa o durante las mediciones basadas en la tarea donde no se realicen algunas tareas, a pesar de formar parte de la jornada nominal. En esos casos, serán necesarias mediciones adicionales de estas tareas.

Por no poner otro ejemplo, algunos trabajadores pueden realizar diferentes actividades durante una jornada. Esto puede requerir el uso de una medición basada en la función para el trabajo realizado por la mañana, y una medición basada en la tarea para el trabajo realizado por la tarde.

D.6 SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN PARA DIFERENTES PAUTAS DE TRABAJO.

La tabla D.6, proporciona una guía para la selección de la estrategia de medición más básica, dependiendo del tipo de trabajo.

Tabla 4: Selección de la estrategia de medición básica

Tipo o pauta de trabajo	Estrategia de medición		
	Estrategia 1 Medición basada en la tarea	Estrategia 2 Medición basada en la función	Estrategia 3 Medición de la jornada completa
Puesto de trabajo fijo – Tarea simple o única	✓*	–	–
Puesto de trabajo fijo – Tareas complejas o múltiples	✓*	✓	✓
Trabajador móvil – Pauta previsible – Pequeño número de tareas	✓*	✓	✓
Trabajador móvil – Trabajo previsible – Gran número de tareas o situaciones de trabajo complejas	✓	✓	✓*
Trabajador móvil – Pauta de trabajo imprevisible	–	✓	✓*
Trabajador fijo o móvil – Tareas múltiples con duración no especificada de las tareas	–	✓*	✓
Trabajador fijo o móvil – Sin tareas asignadas	–	✓*	✓
✓ La estrategia se puede utilizar. * Estrategia recomendada.			

ANEXO E:

**CONTROL PARA DETECTAR LOS EVENTOS DE
RUIDO DURANTE EL ANÁLISIS DEL TRABAJO**

Ejemplo de una lista de control para garantizar la detección de los eventos de ruido significativos durante el análisis del trabajo

	Si	No
¿Se presenta alguna de estas condiciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Uso de chorros de aire comprimido • Emisiones de aire comprimido • Martilleo • Choques intensos • Uso ocasional de máquinas y herramientas muy ruidosas • Paso de vehículos ruidosos 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se producen operaciones muy ruidosas durante determinadas fases?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Al principio del turno • Al final del turno • Durante la fase de ajuste o de suministro • Durante las actividades de arranque o paro de la producción • Durante la fase de limpieza • Otros 	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se produce actividades muy ruidosas en los puestos de trabajo vecinos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • Tipo: _____ • Puestos de trabajo expuestos: _____ 		

ANEXO F:
SÍMBOLOS

c_i	Coeficiente de sensibilidad relacionado con cada magnitud de entrada
c_1	Coeficiente de sensibilidad asociado al muestreo del nivel de ruido
$c_{1a,m}$	Coeficiente de sensibilidad asociado al muestreo del nivel de ruido
$c_{1b,m}$	Coeficiente de sensibilidad asociado a la estimación de la duración de la tarea m
c_2	Coeficiente de sensibilidad asociado a los instrumentos de medición
c_3	Coeficiente de sensibilidad asociado a la posición del micrófono
i	Número muestra de la tarea
I	Número total de muestras de la tarea
j	Número de observaciones de la duración de la tarea
J	Número total de observaciones de la duración de la tarea
k	Factor de cobertura relacionado con el intervalo de confianza
$L_{EX, 8h}$	Nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada laboral nominal de 8 h
$\bar{L}_{EX, 8h}$	Nivel de exposición al ruido ponderado A normalizado a una jornada laboral nominal promediada de 8 h
$L_{EX, 8h,m}$	Nivel de exposición al ruido ponderado A de la tarea m que contribuye al nivel de exposición diaria al ruido
$L_{p,A,eqT,m}^*$	Estimación del nivel verdadero de presión sonora continuo equivalente ponderado A, para la tarea m
$L_{p,A,T} =$ $L_{p,AeqT}$	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A sobre un periodo T
$L_{p,AeqT,m}$	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la tarea m
$\bar{L}_{p,AeqT,m}$	Medía aritmética de un determinado número de muestras de los niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea m
$L_{p,AeqT,n}$	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A de la muestra n de la función

$L_{p,A,eqTe}$	Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A para la duración efectiva de la jornada laboral
$L_{p,Cpico}$	Nivel de presión sonora de pico ponderado C
m	Número de la tarea
M	Número total de tareas
n	Número de muestras de la función
N	Número total de muestras de la función
n_g	Número de trabajadores en un grupo de exposición homogéneo
p_0	Valor de referencia $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa
p_A	Presión sonora ponderada A
p_{cpico}	Presión sonora de pico ponderada C
Q_2	Corrección relativa a los instrumentos de medición
Q_3	Corrección relativa a los instrumentos de medida
t	Duración de la medición
T	Periodo de tiempo sobre el que se calcula un promedio
T_0	Duración de referencia; $T_0 = 8$ h
T_e	Duración efectiva de la jornada laboral
T_m	Duración de la tarea m
$T_{m,j}$	Duración de la muestra j de la tarea m
T_n	Duración de la muestra de la función n
U	Incertidumbre expandida
u	Incertidumbre típica combinada
u_i	Incertidumbre típica de cada una de las magnitudes de entrada
u_1	Incertidumbre típica de la media energética de un número de mediciones del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A
u_1^*	Incertidumbre típica estimada de un número de mediciones del nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A
$u_{1a,m}$	Incertidumbre típica debida al muestro del nivel de ruido

$u_{1b,m}$	Incertidumbre típica debida a la estimación de la duración de la tarea m
u_2	Incertidumbre típica debida a la instrumentación
$u_{2,m}$	Incertidumbre típica debida a la instrumentación en el método de la tarea
u_3	Incertidumbre típica debida a la posición del micrófono
x	Número del día
X	Número total de días